ŒUVRES COMPLÈTES

DE

BUFFON,

AVEC

les Suppléments

Augmentées

DE LA CLASSIFICATION

DE G. Cuvier,

PARIS

P. DUMÉNIL

Rue des BEAUX-ARTS 10.

ŒUVRES

COMPLÈTES

DE BUFFON.

TOME I.

MATIÈRES GÉNÉRALES.

I.

TYPOGRAPHIE DE FIRMIN DIDOT FRÈRES
IMPRIMEURS DE L'INSTITUT DE FRANCE,
RUE JACOB, N° 24.

ŒUVRES

COMPLÈTES

DE BUFFON

AVEC

LES SUPPLÉMENS,

AUGMENTÉES DE LA CLASSIFICATION

DE G. CUVIER,

ET ACCOMPAGNÉES

DE 700 VIGNETTES GRAVÉES SUR ACIER, REPRÉSENTANT AU MOINS 900 ANIMAUX.



Tome Premier.



PARIS,

P. DUMÉNIL, ÉDITEUR, RUE DES BEAUX-ARTS, 10.

MDCCCXXXV.


WELLCOME
HISTORICAL
MEDICAL
LIBRARY

ÉLOGE DE BUFFON,

PAR CONDORCET.

George-Louis Leclerc, comte de Buffon, trésorier de l'Académie des Sciences, de l'Académie Françoise, de la Société royale de Londres, des Académies d'Édimbourg, Pétersbourg, Berlin, de l'Institut de Bologne, naquit à Montbard, le 7 septembre 1707, de Benjamin Leclerc de Buffon, conseiller au parlement de Bourgogne, et de mademoiselle Marlin.

Animé dès sa jeunesse du désir d'apprendre, éprouvant à la fois et le besoin de méditer et celui d'acquérir de la gloire, M. de Buffon n'en avoit pas moins les goûts de son âge; et sa passion pour l'étude, en l'empêchant d'être maîtrisé par son ardeur pour le plaisir, contribuoit plus à la conserver qu'à l'éteindre. Le hasard lui offrit la connoissance du jeune lord Kingston, dont le gouverneur aimoit et cultivoit les sciences : cette société réunissoit pour M. de Buffon l'instruction et l'amusement; il vécut avec eux à Paris et à Saumur, les suivit en Angleterre, les accompagna en Italie.

Ni les chefs-d'œuvre antiques, ni ceux des modernes qui, en les imitant, les ont souvent surpassés, ni ces souvenirs d'un peuple-roi sans cesse rappelés par des monumens dignes de sa puissance, ne frappèrent M. de Buffon; il ne vit que la nature, à la fois riante, majestueuse et terrible, offrant des asiles voluptueux et de paisibles retraites entre des torrens de laves et sur les débris des volcans, prodiguant ses richesses à des campagnes qu'elle menace d'engloutir sous des monceaux de cendres ou de fleuves enflammés, et montrant à chaque pas les vestiges et les preuves des antiques révolutions du globe. La perfection des ouvrages des hommes, tout ce que leur foiblesse a pu y imprimer de grandeur, tout ce que le temps a pu donner d'intérêt ou de majesté, disparut à ses yeux devant les œuvres de cette main créatrice dont la puissance s'étend sur tous les mondes, et pour qui, dans son éternelle activité, les générations humaines sont à peine un instant. Dès lors il apprit à voir la nature avec transport comme avec réflexion; il réunit le goût de l'observation à celui des sciences contemplatives; et les embrassant toutes dans l'universalité de ses connoissances, il forma la résolution de leur dévouer exclusivement sa vie.

Une constitution qui le rendoit capable d'un travail long et soutenu; une ardeur qui lui faisoit dévorer sans dégoût et presque sans ennui les détails les plus fastidieux; un caractère où il ne se rencontroit aucune de ces qualités qui repoussent la fortune, le sentiment qu'il avoit déjà de ses propres forces, le besoin de la considération, tout sembloit devoir l'appeler à la magistrature, où sa naissance lui marquoit sa place, où il pouvoit espérer des succès brillans et se livrer à de grandes espérances : elles furent sacrifiées aux sciences, et ce n'est point le seul exemple que l'histoire de l'Académie puisse présenter de ce noble dévouement. Ce qui rend plus singulier celui de M. de Buffon, c'est qu'alors il n'étoit entraîné vers aucune science en particulier par cet attrait puissant qui force l'esprit à s'occuper d'un objet, et ne laisse pas à la volonté le pouvoir de l'en distraire. Mais tout ce qui élevoit ses idées ou agrandissoit son intelligence avoit un charme pour lui : il savoit que, si la gloire littéraire est, après la gloire des armes, la plus durable et la plus brillante, elle est de toutes celle qui peut le moins être contestée; il savoit enfin que tout homme qui attire les regards du public par ses ouvrages ou par ses actions, n'a plus besoin de place pour prétendre à la considération, et peut l'attendre de son caractère et de sa conduite.

Les premiers travaux de M. de Buffon furent des traductions; anecdote singulière que n'a encore présentée la vie d'aucun homme destiné à une grande renommée. Il désiroit se perfectionner dans la langue angloise, s'exercer à écrire dans la sienne, étudier dans Newton le calcul de l'infini, dans Hales les essais d'une physique nouvelle, dans Tull les premières applications

des sciences à l'agriculture; il ne vouloit pas en même temps qu'un travail nécessaire à son instruction retardât l'instant où il commenceroit à fixer sur lui les regards du public, et il traduisit les livres qu'il étudioit.

Chacune de ces traductions est précédée d'une préface. M. de Buffon a obtenu depuis, comme écrivain, une célébrité si grande et si méritée, que les essais de sa jeunesse doivent exciter la curiosité. Il est naturel d'y chercher les premiers traits de son talent, de voir ce que les observations et l'exercice ont pu y ajouter ou y corriger, de distinguer, en quelque sorte, les dons de la nature et l'ouvrage de la réflexion. Mais on ne trouve dans ces préfaces qu'un des caractères du style de M. de Buffon, cette gravité noble et soutenue qui ne l'abandonne presque jamais. Son goût étoit déjà trop formé pour lui permettre de chercher des ornemens que le sujet eût rejetés, et son nom trop connu pour le risquer. La timidité et la hardiesse peuvent être également le caractère du premier ouvrage d'un homme de génie; mais la timidité, qui suppose un goût inspiré par la nature et une sagesse prématurée, a été le partage des écrivains qui ont montré le talent le plus pur et le plus vrai. Rarement ceux dont une crainte salutaire n'a point arrêté les pas au commencement de la carrière, ont pu en atteindre le terme et ne pas s'y égarer.

M. de Buffon parut d'abord vouloir se livrer uniquement aux mathématiques : regardées, surtout depuis Newton, comme le fondement et la clef des connoissances naturelles, elles étoient, en quelque sorte, devenues parmi nous une science à la mode; avantage qu'elles devoient en partie à ce que M. de Maupertuis, le savant alors le plus connu des gens du monde, étoit un géomètre. Mais, si M. de Buffon s'occupa quelque temps de recherches mathématiques, c'étoit surtout pour s'étudier lui-même, essayer ses forces, et connoître la trempe de son génie. Bientôt il sentit que la nature l'appeloit à d'autres travaux, et il essaya une nouvelle route que le goût du public lui indiquoit encore.

A l'exemple de M. Duhamel, il voulait appliquer les connoissances physiques à des objets d'une utilité immédiate; il étudia en physicien les bois dont il étoit obligé de s'occuper comme propriétaire, et publia sur cette partie de l'agriculture plusieurs mémoires remarquables surtout par la sagesse avec laquelle, écartant tout système, toute vue générale, mais incertaine, il se borne à raconter des faits, à détailler des expériences. Il n'ose s'écarter de l'esprit qui commençoit alors à dominer parmi les savans, de cette fidélité sévère et scrupuleuse à ne prendre pour guides que l'observation et le calcul, à s'arrêter dès l'instant où ces fils secourables se brisent ou s'échappent de leurs mains. Mais s'il fut depuis moins timide, il faut lui rendre cette justice, qu'en s'abandonnant trop facilement peut-être à des systèmes spéculatifs, dont l'adoption peut tout au plus égarer quelques savans et ralentir leur course, jamais il n'étendit cet esprit systématique sur des objets immédiatement applicables à l'usage commun, où il pourroit conduire à des erreurs vraiment nuisibles.

Parmi les observations que renferment ces mémoires, la plus importante est celle où il propose un moyen de donner à l'aubier une dureté au moins égale à celle du cœur du bois, qui est elle-même augmentée par ce procédé; il consiste à écorcer les arbres sur pied dans le temps de la sève, et à les y laisser dessécher et mourir. Les ordonnances défendoient cette opération; car elles ont trop souvent traité les hommes comme si, condamnés à une enfance éternelle ou à une incurable démence, on ne pouvoit leur laisser sans danger la disposition de leurs propriétés et l'exercice de leurs droits.

Peu de temps après, M. de Buffon prouva par le fait la possibilité des miroirs brûlans d'Archimède et de Proclus. Tzetzès en a laissé une description qui montre qu'ils avoient employé un système de miroirs plans. Les essais tentés par Kircher avec un petit nombre de miroirs, ne laissoient aucun doute sur le succès; M. Dufay avoit répété cette expérience; Hartsoeker avoit même commencé une machine construite sur ce principe; mais il restoit à M. de Buffon l'honneur d'avoir montré, le premier parmi les modernes, l'expérience extraordinaire d'un incendie allumé à deux cents pieds de distance; expérience qui n'avoit été vue avant lui qu'à Syracuse et à Constantinople. Bientôt après, il proposa l'idée d'une loupe à échelons, n'exigeant plus ces masses énormes de verres si difficiles à fondre et à travailler, absorbant une moindre quantité de lumière, parce qu'elle peut n'avoir jamais qu'une petite épaisseur, offrant enfin l'avantage de corriger une grande partie de l'aberration de sphéricité. Cette loupe, proposée en 1748 par M. de Buffon, n'a été exécutée que par M. l'abbé Rochon, plus de trente ans après, avec assez de succès pour montrer qu'elle mérite la préférence sur les lentilles

ordinaires. On pourroit même composer de plusieurs pièces ces loupes à échelons; on y gagneroit plus de facilité dans la construction, une grande diminution de dépense, l'avantage de pouvoir leur donner plus d'étendue, et celui d'employer, suivant le besoin, un nombre de cercles plus ou moins grand, et d'obtenir ainsi d'un même instrument différens degrés de force.

En 1739, M. de Buffon fut nommé intendant du Jardin du Roi. Les devoirs de cette place fixèrent pour jamais son goût jusqu'alors partagé entre différentes sciences; et sans renoncer à aucune, ce ne fut plus que dans leurs rapports avec l'histoire naturelle qu'il se permit de les envisager.

Obligé d'étudier les détails de cette science si vaste, de parcourir les compilations immenses où l'on avoit recueilli les observations de tous les pays et de tous les siècles, bientôt son imagination éprouva le besoin de peindre ce que les autres avoient décrit; sa tête, exercée à former des combinaisons, sentit celui de saisir des ensembles où les observateurs ne lui offroient que des faits épars et sans liaison.

Il osa donc concevoir le projet de rassembler tous ces faits, d'en tirer des résultats généraux qui devinssent la théorie de la nature, dont les observations ne sont que l'histoire; de donner de l'intérêt et de la vie à celle des animaux, en mêlant un tableau philosophique de leurs mœurs et de leurs habitudes à des descriptions embellies de toutes les couleurs dont l'art d'écrire pouvoit les orner; de créer enfin pour les philosophes, pour tous les hommes qui ont exercé leur esprit ou leur âme, une science qui n'existoit encore que pour les naturalistes.

L'immensité de ce plan ne le rebuta point; il prévoyoit sans doute qu'avec un travail assidu de tous les jours, continué pendant une longue vie, il n'en pourroit encore exécuter qu'une partie : mais il s'agissoit surtout de donner l'exemple et d'imprimer le mouvement aux esprits. La difficulté de répandre de l'intérêt sur tant d'objets inanimés ou insipides ne l'arrêta point; il avoit déjà cette conscience de talent qui, comme la conscience morale, ne trompe jamais quand on l'interroge de bonne foi, et qu'on la laisse dicter seule la réponse.

Dix années furent employées à préparer des matériaux, à former des combinaisons, à s'instruire dans la science des faits, à s'exercer dans l'art d'écrire, et au bout de ce terme le premier volume de l'*Histoire naturelle* vint étonner l'Europe. En parlant de cet ouvrage, que tous les hommes ont lu, que presque tous ont admiré, qui a rempli, soit par le travail de la composition, soit par des études préliminaires, la vie entière de M. de Buffon, nous ne prendrons pour guide que la vérité; (car pourquoi chercherions-nous vainement à flatter par des éloges qui ne dureroient qu'un jour, un nom qui doit vivre à jamais?) et en évitant, s'il est possible, l'influence de toutes les causes qui peuvent agir sur l'opinion souvent passagère des contemporains, nous tâcherons de prévoir l'opinion durable de la postérité.

La théorie générale du globe que nous habitons, la disposition, la nature et l'origine des substances qu'il offre à nos regards, les grands phénomènes qui s'opèrent à sa surface ou dans son sein ; l'histoire de l'homme et les lois qui président à sa formation, à son développement, à sa vie, à sa destruction; la nomenclature et la description des quadrupèdes ou des oiseaux, l'examen de leurs facultés, la peinture de leurs mœurs, tels sont les objets que M. de Buffon a traités.

Nous ne connoissons, par des observations exactes, qu'une très-petite partie de la surface du globe; nous n'avons pénétré dans ses entrailles que conduits par l'espérance, plus souvent avide qu'observatrice, d'en tirer ce qu'elles renferment d'utile à nos besoins, de précieux à l'avarice ou au luxe; et, lorsque M. de Buffon donna sa *Théorie de la Terre,* nos connnoissances n'étoient même qu'une foible partie de celles que nous avons acquises, et qui sont si imparfaites encore. On pouvoit donc regarder comme téméraire l'idée de former dès lors une théorie générale du globe, puisque cette entreprise le seroit encore aujourd'hui. Mais M. de Buffon connoissoit trop les hommes pour ne pas sentir qu'une science qui n'offriroit que des faits particuliers, ou ne présenteroit des résultats généraux que sous la forme de simples conjectures, frapperoit peu les esprits vulgaires, trop foibles pour supporter le poids du doute. Il savoit que Descartes n'avoit attiré les hommes à la philosophie que par la hardiesse de ses systèmes; qu'il ne les avoit arrachés au joug de l'autorité, à leur indifférence pour la vérité, qu'en s'emparant de leur imagination, en ménageant leur paresse; et qu'ensuite, libres de leurs fers, livrés à l'avidité de connoître, eux-mêmes avoient su choisir la véritable route. Il avoit vu enfin, dans l'histoire des sciences, que l'époque de leurs grands progrès avoit presque toujours été

celle des systèmes célèbres, parce que ces systèmes exaltant à la fois l'activité de leurs adversaires et celle de leurs défenseurs, tous les objets sont alors soumis à une discussion dans laquelle l'esprit de parti, si difficile sur les preuves du parti contraire, oblige à les multiplier. C'est alors que chaque combattant, s'appuyant sur tous les faits reçus, ils sont tous soumis à un examen rigoureux; c'est alors qu'ayant épuisé ces premières armes, on cherche de nouveaux faits pour s'en procurer de plus sûres et d'une trempe plus forte.

Ainsi la plus austère philosophie peut pardonner à un physicien de s'être livré à son imagination, pourvu que ses erreurs aient contribué aux progrès des sciences, ne fût-ce qu'en imposant la nécessité de le combattre; et si les hypothèses de M. de Buffon, sur la formation des planètes, sont contraires à ces même lois du système du monde, dont il avoit été en France un des premiers, un des plus zélés défenseurs, la vérité sévère, en condamnant ces hypothèses, peut encore applaudir à l'art avec lequel l'auteur a su les présenter.

Les objections de quelques critiques, des observations nouvelles, des faits anciennement connus, mais qui lui avoient échappé, forcèrent M. de Buffon d'abandonner quelques points de sa *Théorie de la Terre.*

Mais, dans ses *Époques de la Nature,* ouvrage destiné à rendre compte de ses vues nouvelles, à modifier ou à défendre ses principes, il semble redoubler de hardiesse à proportion des pertes que son système a essuyées, le défendre avec plus de force, lorsqu'on l'auroit cru réduit à l'abandonner, et balancer par la grandeur de ses idées, par la magnificence de son style, par le poids de son nom, l'autorité des savans réunis, et même celle des faits et des calculs.

La *Théorie de la Terre* fut suivie de l'*Histoire de l'Homme,* qui en a reçu ou usurpé l'empire.

La nature a couvert d'un voile impénétrable les lois qui président à la reproduction des êtres; M. de Buffon essaya de le lever, ou plutôt de deviner ce qu'il cachoit. Dans les liqueurs où les autres naturalistes avoient vu des animaux, il n'aperçut que des molécules organiques, élémens communs de tous les êtres animés. Les infusions de diverses matières animales et celles des graines présentoient les mêmes molécules avec plus ou moins d'abondance : elles servent donc également à la reproduction des êtres, à leur accroissement, à leur conservation; elles existent dans les alimens dont ils se nourrissent, circulent dans leurs liqueurs, s'unissent à chacun de leurs organes pour réparer les pertes qu'il a pu faire. Quand ces organes ont encore la flexibilité de l'enfance, les molécules organiques, se combinant de manière à en conserver ou modifier les formes, en déterminent le développement et les progrès; mais, après l'époque de la jeunesse, lorsqu'elles sont rassemblées dans des organes particuliers, où échappant à la force qu'exerce sur elles le corps auquel elles ont appartenu, elles peuvent former de nouveaux composés; elles conservent, suivant les différentes parties où elles ont existé, une disposition à se réunir de manière à présenter les mêmes formes, et reproduisent par conséquent des individus semblables à ceux de qui elles sont émanées. Ce système brillant eut peu de partisans; il étoit trop difficile de se faire une idée de cette force, en vertu de laquelle les molécules enlevées à toutes les parties d'un corps conservoient une tendance à se replacer dans un ordre semblable. D'ailleurs, les recherches de Haller sur la formation du poulet contredisoient cette opinion avec trop de force; l'identité des membranes de l'animal naissant, et de celles de l'œuf, se refusoit trop à l'hypothèse d'un animal formé postérieurement, et ne s'y étant attaché que pour y trouver sa nourriture. Les observations de Spallanzani sur les mêmes liqueurs et sur les mêmes infusions sembloient également détruire, jusque dans son principe, le système des molécules organiques. Mais lorsque, dégagé des liens de ce système, M. de Buffon n'est plus que peintre, historien et philosophe, avec quel intérêt, parcourant l'univers sur ses traces, on voit l'homme, dont le fond est partout le même, modifié lentement par l'action continue du climat, du sol, des habitudes, des préjugés, changer de couleur et de physionomie comme de goût et d'opinion, acquérir ou perdre de la force, de l'adresse, de la beauté, comme de l'intelligence, de la sensibilité et des vertus! Avec quel plaisir on suit dans son ouvrage l'histoire des progrès de l'homme, et même celle de sa décadence! On étudie les lois de cette correspondance constante entre les changemens physiques des sens ou des organes, et ceux qui s'opèrent dans l'entendement ou dans les passions; on apprend à connoître le mécanisme de nos sens, ses rapports avec nos sensations ou nos idées, les erreurs auxquelles ils nous exposent, la manière dont nous apprenons à voir, à toucher, à entendre, et comment

l'enfant, de qui les yeux foibles et incertains apercevoient à peine un amas confus de couleurs, parvient, par l'habitude et la réflexion, à saisir d'un coup d'œil le tableau d'un vaste horizon, et s'élève jusqu'au pouvoir de créer et de combiner des images. Avec quelle curiosité enfin on observe ces détails qui intéressent le plus vif de nos plaisirs et le plus doux de nos sentimens, ces secrets de la nature et de la pudeur auxquels la majesté du style et la sévérité des réflexions donnent de la décence et une sorte de dignité philosophique qui permettent aux sages mêmes d'y arrêter leurs regards et de les contempler sans rougir!

Les observations dispersées dans les livres des anatomistes, des médecins et des voyageurs, forment le fond de ce tableau, offert pour la première fois aux regards des hommes avides de se connoître et surpris de tout ce qu'ils apprenoient sur eux-mêmes, et de retrouver ce qu'ils avoient éprouvé, ce qu'ils avoient vu sans en avoir eu la conscience ou conservé la mémoire.

Avant d'écrire l'histoire de chaque espèce d'animaux, M. de Buffon crut devoir porter ses recherches sur les qualités communes à toutes, qui les distinguent des êtres des autres classes. Semblables à l'homme dans presque tout ce qui appartient au corps; n'ayant avec lui dans leurs sens, dans leurs organes, que ces différences qui peuvent exister entre des êtres d'une même nature, et qui indiquent seulement une infériorité dans les qualités semblables; les animaux sont-ils absolument séparés de nous par leurs facultés intellectuelles? M. de Buffon essaya de résoudre ce problème, et nous n'oserions dire qu'il l'ait résolu avec succès. Craignant d'effaroucher des regards faciles à blesser en présentant ses opinions autrement que sous un voile, celui dont il les couvre a paru trop difficile à percer. On peut aussi lui reprocher, avec quelque justice, de n'avoir pas observé les animaux avec assez de scrupule; de n'avoir point porté ses regards sur des détails petits en eux-mêmes, mais nécessaires pour saisir les nuances très-fines de leurs opérations. Il semble n'avoir aperçu dans chaque espèce qu'une uniformité de procédés et d'habitudes, qui donne l'idée d'êtres obéissans à une force aveugle et mécanique, tandis qu'en observant de plus près, il auroit pu apercevoir des différences très-sensibles entre les individus, et des actions qui semblent appartenir au raisonnement, qui indiquent même des idées abstraites et générales.

La première classe d'animaux décrite par M. de Buffon est celle des quadrupèdes; la seconde celle des oiseaux; et c'est à ces deux classes que s'est borné son travail. Une si longue suite de descriptions sembloit devoir être monotone et ne pouvoit intéresser que les savans : mais le talent a su triompher de cet obstacle. Esclaves ou ennemis de l'homme, destinés à sa nourriture, ou n'étant pour lui qu'un spectacle, tous ces êtres, sous le pinceau de M. de Buffon, excitent alternativement la terreur, l'intérêt, la pitié ou la curiosité. Le peintre philosophe n'en appelle aucun sur cette scène toujours attachante, toujours animée, sans marquer la place qu'il occupe dans l'univers, sans montrer ses rapports avec nous. Mais s'agit-il des animaux qui sont connus seulement par les relations des voyageurs, qui ont reçu d'eux des noms différens, dont il faut chercher l'histoire et quelquefois discuter la réalité au milieu de récits vagues et souvent défigurés par le merveilleux, le savant naturaliste impose silence à son imagination; il a tout lu, tout extrait, tout analysé, tout discuté : on est étonné de trouver un nomenclateur infatigable dans celui de qui on n'attendoit que des tableaux imposans ou agréables; on lui sait gré d'avoir plié son génie à des recherches si pénibles; et ceux qui lui auroient reproché peut-être d'avoir sacrifié l'exactitude à l'effet, lui pardonnent et sentent ranimer leur confiance.

Des réflexions philosophiques mêlées aux descriptions, à l'exposition des faits et à la peinture des mœurs, ajoutent à l'intérêt, aux charmes de cette lecture et à son utilité. Ces réflexions ne sont pas celles d'un philosophe qui soumet toutes ses pensées à une analyse rigoureuse, qui suit sur les divers objets les principes d'une philosophie toujours une; mais ce ne sont pas non plus ces réflexions isolées que chaque sujet offre à l'esprit, qui se présentent d'elles-mêmes, et n'ont qu'une vérité passagère et locale. Celles de M. de Buffon s'attachent toujours à quelque loi générale de la nature, ou du moins à quelque grande idée.

Dans ses discours sur les animaux domestiques, sur les animaux carnassiers, sur la dégénération des espèces, on le voit tantôt esquisser l'histoire du règne animal considéré dans son ensemble, tantôt parler en homme libre de la dégradation où la servitude réduit les animaux; en homme sensible, de la destruction à laquelle l'espèce humaine les a soumis; et en philosophe, de la nécessité de cette destruction, des effets lents et

sûrs de cette servitude, de son influence sur la forme, sur les facultés, sur les habitudes morales des différentes espèces. Des traits qui semblent lui échapper caractérisent la sensibilité et la fierté de son âme; mais elle paroît toujours dominée par une raison supérieure : on croit, pour ainsi dire, converser avec une pure intelligence, qui n'auroit de la sensibilité humaine que ce qu'il en faut pour se faire entendre de nous et intéresser notre foiblesse.

Dans son discours sur les perroquets, il fait sentir la différence de la perfectibilité de l'espèce entière, apanage qu'il croit réservé à l'homme, et de cette perfectibilité individuelle que l'animal sauvage doit à la nécessité, à l'exemple de son espèce, et l'animal domestique aux leçons de son maître. Il montre comment l'homme par la durée de son enfance, par celle du besoin physique des secours maternels, contracte l'habitude d'une communication intime qui le dispose à la société, qui dirige vers ses rapports avec ses semblables le développement de ses facultés, susceptibles d'acquérir une perfection plus grande dans un être plus heureusement organisé et né avec de plus grands besoins.

Peut-être cette nuance entre nous et les animaux est-elle moins tranchée que M. de Buffon n'a paru le croire; peut-être, comme l'exemple des castors semble le prouver, existe-t-il des espèces d'animaux susceptibles d'une sorte de perfectibilité non moins réelle, mais plus lente et plus bornée : qui pourroit même assurer qu'elle ne s'étendroit pas bien au delà des limites que nous osons lui fixer, si les espèces qui nous paroissent les plus ingénieuses, affranchies de la crainte dont les frappe la présence de l'homme, et soumises par des circonstances locales à des besoins assez grands pour exciter l'activité, mais trop foibles pour la détruire, éprouvoient la nécessité et avoient en même temps la liberté de déployer toute l'énergie dont la nature a pu les douer ? Des observations long-temps continuées pourroient seules donner le droit de prononcer sur cette question; il suffit, pour la sentir, de jeter un regard sur notre espèce même. Supposons que les nations européennes n'aient pas existé, que les hommes soient sur toute la terre ce qu'ils sont en Asie et en Afrique, qu'ils soient restés partout à ce même degré de civilisation et de connoissances auquel ils étoient déjà dans le temps où commence pour nous l'histoire : ne seroit-on pas alors fondé à croire qu'il est un terme que dans chaque climat l'homme ne peut passer ? ne regarderoit-on pas comme un visionnaire le philosophe qui oseroit promettre à l'espèce humaine les progrès qu'elle a faits et qu'elle fait journellement en Europe ?

La connoissance anatomique des animaux est une portion importante de leur histoire. M. de Buffon eut, pour cette partie de son ouvrage, le bonheur de trouver des secours dans l'amitié généreuse d'un célèbre naturaliste, qui, lui laissant la gloire attachée à ces descriptions brillantes, à ces peintures de mœurs, à ces réflexions philosophiques qui frappent tous les esprits, se contentoit du mérite plus modeste d'obtenir l'estime des savans par des détails exacts et précis, par des observations faites avec une rigueur scrupuleuse, par des vues nouvelles qu'eux seuls pouvoient apprécier. Ils ont regretté que M. de Buffon n'ait pas, dans l'histoire des oiseaux, conservé cet exact et sage coopérateur : mais ils l'ont regretté seuls, nous l'avouons sans peine et sans croire diminuer par là le juste tribut d'honneur qu'ont mérité les travaux de M. Daubenton.

A l'histoire des quadrupèdes et des oiseaux succéda celle des substances minérales.

Dans cette partie de son ouvrage, peut-être M. de Buffon n'a-t-il pas attaché assez d'importance aux travaux des chimistes modernes, à cette foule de faits précis et bien prouvés dont ils ont enrichi la science de la nature, à cette méthode analytique qui conduit si sûrement à la vérité, oblige de l'attendre lorsqu'elle n'est pas encore à notre portée, et ne permet jamais d'y substituer des erreurs. En effet, l'analyse chimique des substances minérales peut seule donner à leur nomenclature une base solide, répandre la lumière sur leur histoire, sur leur origine, sur les antiques événemens qui ont déterminé leur formation.

Malgré ce juste reproche, on retrouve dans l'histoire des minéraux le talent et la philosophie de M. de Buffon, ses aperçus ingénieux, ses vues générales et grandes, ce talent de saisir dans la suite des faits tout ce qui peut appuyer ces vues, de s'emparer des esprits, de les entraîner où il veut les conduire, et de faire admirer l'auteur lors même que la raison ne peut adopter ses principes.

L'*Histoire naturelle* renferme un ouvrage d'un genre différent, sous le titre d'*Arithmétique morale*. Une application de calcul à la probabilité de la durée de la vie humaine

entroit dans le plan de l'*Histoire naturelle;* M. de Buffon ne pouvoit guère traiter ce sujet sans porter un regard philosophique sur les principes mêmes de ce calcul, et sur la nature des différentes vérités. Il y établit cette opinion, que les vérités mathématiques ne sont point des vérités réelles, mais de pures vérités de définition : observation juste, si on veut la prendre dans la rigueur métaphysique, mais qui s'applique également alors aux vérités de tous les ordres, dès qu'elles sont précises et qu'elles n'ont pas des individus pour objet. Si ensuite on veut appliquer ces vérités à la pratique et les rendre dès lors individuelles, semblables encore à cet égard aux vérités mathématiques, elles ne sont plus que des vérités approchées. Il n'existe réellement qu'une seule différence : c'est que les idées dont l'identité forme les vérités mathématiques ou physiques sont plus abstraites dans les premières; d'où il résulte que, pour les vérités physiques, nous avons un souvenir distinct des individus dont elles expriment les qualités communes, et que nous ne l'avons plus pour les autres. Mais la véritable réalité, l'utilité d'une proposition quelconque est indépendante de cette différence; car on doit regarder une vérité comme réelle, toutes les fois que, si on l'applique à un objet réellement existant, elle reste une vérité absolue, ou devient une vérité indéfiniment approchée.

M. de Buffon proposoit d'assigner une valeur précise à la probabilité très-grande que l'on peut regarder comme une certitude morale, et de n'avoir, au delà de ce terme, aucun égard à la petite possibilité d'un événement contraire. Ce principe est vrai, lorsque l'on veut seulement appliquer à l'usage commun le résultat d'un calcul; et dans ce sens tous les hommes l'ont adopté dans la pratique, tous les philosophes l'ont suivi dans leurs raisonnemens; mais il cesse d'être juste si on l'introduit dans le calcul même, et surtout si on veut l'employer à établir des théories, à expliquer des paradoxes, à prouver ou à combattre des règles générales. D'ailleurs, cette probabilité, qui peut s'appeler *certitude morale*, doit être plus ou moins grande suivant la nature des objets que l'on considère, et les principes qui doivent diriger notre conduite; et il auroit fallu marquer, pour chaque genre de vérités et d'actions, le degré de probabilité où il commence à être raisonnable de croire et permis d'agir.

C'est par respect pour les talens de notre illustre confrère que nous nous permettons de faire ici ces observations. Lorsque des opinions qui paroissent erronées se trouvent dans un livre fait pour séduire l'esprit comme pour l'éclairer, c'est presque un devoir d'avertir de les soumettre à un examen rigoureux. L'admiration dispose si facilement à la croyance, que les lecteurs, entraînés à la fois par le nom de l'auteur et par le charme du style, cèdent sans résistance, et semblent craindre que le doute, en affoiblissant un enthousiasme qui leur est cher, ne diminue leur plaisir. Mais on doit encore ici à M. de Buffon, sinon d'avoir répandu une lumière nouvelle sur cette partie des mathématiques et de la philosophie, du moins d'en avoir fait sentir l'utilité, peut-être même d'en avoir appris l'existence à une classe nombreuse qui n'auroit pas été en chercher les principes dans les ouvrages des géomètres, enfin d'en avoir montré la liaison avec l'histoire naturelle de l'homme. C'est avoir contribué aux progrès d'une science qui, soumettant au calcul les événemens dirigés par des lois que nous nommons irrégulières, parce qu'elles nous sont inconnues, semble étendre l'empire de l'esprit humain au delà de ses bornes naturelles, et lui offrir un instrument à l'aide duquel ses regards peuvent s'étendre sur des espaces immenses, que peut-être il ne lui sera jamais permis de parcourir.

On a reproché à la philosophie de M. de Buffon non seulement ces systèmes généraux dont nous avons parlé, et qui reparoissent trop souvent dans le cours de ses ouvrages, mais on lui a reproché un esprit trop systématique, ou plutôt un esprit trop prompt à former des résultats généraux d'après les premiers rapports qui l'ont frappé, et de négliger trop ensuite les autres rapports qui auroient pu ou jeter des doutes sur ces résultats, ou en diminuer la généralité, ou leur ôter cet air de grandeur, ce caractère imposant, si propre à entraîner les imaginations ardentes et mobiles. Les savans qui cherchent la vérité étoient fâchés d'être obligés sans cesse de se défendre contre la séduction, et de ne trouver souvent, au lieu de résultats et de faits propres à servir de base à leurs recherches et à leurs observations, que des opinions à examiner et des doutes à résoudre.

Mais si l'*Histoire naturelle* a eu parmi les savans des censeurs sévères, le style de cet ouvrage n'a trouvé que des admirateurs.

M. de Buffon est poëte dans ses descriptions; mais, comme les grands poëtes, il

sait rendre intéressante la peinture des objets physiques, en y mêlant avec art des idées morales qui intéressent l'âme, en même temps que l'imagination est amusée ou étonnée. Son style est harmonieux, non de cette harmonie qui appartient à tous les écrivains corrects à qui le sens de l'oreille n'a pas été refusé, et qui consiste presque uniquement à éviter les sons durs ou pénibles, mais de cette harmonie qui est une partie du talent, ajoute aux beautés par une sorte d'analogie entre les idées et les sons, et fait que la phrase est douce et sonore, majestueuse ou légère, suivant les objets qu'elle doit peindre et les sentimens qu'elle doit réveiller.

Si M. de Buffon est plus abondant que précis, cette abondance est plutôt dans les choses que dans les mots : il ne s'arrête pas à une idée simple, il en multiplie les nuances; mais chacune d'elles est exprimée avec précision. Son style a de la majesté, de la pompe; mais c'est parce qu'il présente des idées vastes et de grandes images. La force et l'énergie lui paroissent naturelles; il semble qu'il lui ait été impossible de parler, ou plutôt de penser autrement. On a loué la variété de ses tons, on s'est plaint de sa monotonie; mais ce qui peut être fondé dans cette censure est encore un sujet d'éloge. En peignant la nature sublime ou terrible, douce ou riante; en décrivant la fureur du tigre, la majesté du cheval, la fierté et la rapidité de l'aigle, les couleurs brillantes du colibri, la légèreté de l'oiseau-mouche, son style prend le caractère des objets; mais il conserve sa dignité imposante : c'est toujours la nature qu'il peint, et il sait que même dans les petits objets elle a manifesté toute sa puissance. Frappé d'une sorte de respect religieux pour les grands phénomènes de l'univers, pour les lois générales auxquelles obéissent les diverses parties du vaste ensemble qu'il a entrepris de tracer, ce sentiment se montre partout, et forme en quelque sorte le fond sur lequel il répand de la variété, sans que cependant on cesse jamais de l'apercevoir.

Cet art de peindre en ne paroissant que raconter, ce grand talent du style porté aux objets qu'on avoit traités avec clarté, avec élégance, et même embellis par des réflexions ingénieuses, mais auxquels jusqu'alors l'éloquence avoit paru étrangère, frappèrent bientôt tous les esprits : la langue françoise étoit déjà devenue la langue de l'Europe, et M. de Buffon eut partout des lecteurs et des disciples. Mais ce qui est plus glorieux parce qu'il s'y joint une utilité réelle, le succès de ce grand ouvrage fut l'époque d'une révolution dans les esprits; on ne put le lire sans avoir envie de jeter au moins un coup d'œil sur la nature, et l'histoire naturelle devint une connoissance presque vulgaire; elle fut pour toutes les classes de la société, ou un amusement, ou une occupation; on voulut avoir une bibliothèque. Mais le résultat n'en est pas le même; car dans les bibliothèques on ne fait que répéter les exemplaires des mêmes livres : ce sont au contraire des individus différens qu'on rassemble dans les cabinets; ils s'y multiplient pour les naturalistes, à qui dès lors les objets dignes d'être observés échappent plus difficilement.

La botanique, la métallurgie, les parties de l'histoire naturelle immédiatement utiles à la médecine, au commerce, aux manufactures, avoient été encouragées : mais c'est à la science même, à cette science comme ayant pour objet la connoissance de la nature, que M. de Buffon a su le premier intéresser les souverains, les grands, les hommes publics de toutes les nations. Plus sûrs d'obtenir des récompenses, pouvant aspirer enfin à cette gloire populaire que les vrais savans savent apprécier mieux que les autres hommes, mais qu'ils ne méprisent point, les naturalistes se sont livrés à leurs travaux avec une ardeur nouvelle : on les a vus se multiplier à la voix de M. de Buffon dans les provinces comme dans les capitales, dans les autres parties du monde comme dans l'Europe. Sans doute on avoit cherché avant lui à faire sentir la nécessité de l'étude de la nature; la science n'étoit pas négligée; la curiosité humaine s'étoit portée dans les pays éloignés, avoit voulu connoître la surface de la terre, et pénétrer dans son sein; mais on peut appliquer à M. de Buffon ce que lui-même a dit d'un autre philosophe également célèbre, son rival dans l'art d'écrire, comme lui plus utile peut-être par l'effet de ses ouvrages que par les vérités qu'ils renferment : *D'autres avoient dit les mêmes choses; mais il les a commandées au nom de la nature, et on lui a obéi.*

Peut-être le talent d'inspirer aux autres son enthousiasme, de les forcer de concourir aux mêmes vues, n'est pas moins nécessaire que celui des découvertes au perfectionnement de l'espèce humaine; peut-être n'est-il pas moins rare, n'exige-t-il pas moins ces grandes qualités de l'esprit qui nous forcent à l'admiration. Nous l'accordons à

ces harangues célèbres que l'antiquité nous a transmises, et dont l'effet n'a duré qu'un seul jour; pourrions-nous la refuser à ceux dont les ouvrages produisent sur les hommes dispersés des effets plus répétés et plus durables? Nous l'accordons à celui dont l'éloquence, disposant des cœurs d'un peuple assemblé, lui a inspiré une résolution généreuse ou salutaire; pourroit-on la refuser à celui dont les ouvrages ont changé la pente des esprits, les ont portés à une étude utile, et ont produit une révolution qui peut faire époque dans l'histoire des sciences?

Si donc la gloire doit avoir l'utilité pour mesure, tant que l'espèce humaine n'obéira pas à la seule raison, tant qu'il faudra non seulement découvrir des vérités, mais forcer à les admettre, mais inspirer le désir d'en chercher de nouvelles, les hommes éloquens, nés avec le talent de répandre la vérité ou d'exciter le génie des découvertes, mériteroient d'être placés au niveau des inventeurs, puisque sans eux ces inventeurs n'auroient pas existé, ou auroient vu leurs découvertes demeurer inutiles et dédaignées.

Quand même une imitation mal entendue de M. de Buffon auroit introduit dans les livres d'histoire naturelle le goût des systèmes vagues et des vaines déclamations, ce mal seroit nul en comparaison de tout ce que cette science doit à ses travaux : les déclamations, les systèmes passent, et les faits restent. Ces livres qu'on a surchargés d'ornemens pour les faire lire, seront oubliés; mais ils renferment quelques vérités; elles survivront à leur chute.

On peut diviser en deux classes les grands écrivains dont les ouvrages excitent une admiration durable, et sont lus encore lorsque les idées qu'ils renferment, rendues communes par cette lecture même, ont perdu leur intérêt et leur utilité. Les uns, doués d'un tact fin et sûr, d'une âme sensible, d'un esprit juste, ne laissent dans leurs ouvrages rien qui ne soit écrit avec clarté, avec noblesse, avec élégance, avec cette propriété de termes, cette précision d'idées et d'expressions qui permet au lecteur d'en goûter les beautés sans fatigue, sans qu'aucune sensation pénible vienne troubler son plaisir.

Quelque sujet qu'ils traitent, quelques pensées qui naissent dans leur esprit, quelque sentiment qui occupe leur âme, ils l'expriment tel qu'il est avec toutes ses nuances, avec toutes les images qui l'accompagnent. Ils ne cherchent point l'expression, elle s'offre à eux : mais ils savent en éloigner tout ce qui nuiroit à l'harmonie, à l'effet, à la clarté : tels furent Despréaux, Racine, Fénélon, Massillon, Voltaire. On peut sans danger les prendre pour modèles : comme le grand secret de leur art est de bien exprimer ce qu'ils pensent ou ce qu'ils sentent, celui qui l'aura saisi dans leurs ouvrages, qui aura su se le rendre propre, s'approchera d'eux, si ses pensées sont dignes des leurs; l'imitation ne paroîtra point servile, si ses idées sont à lui, et il ne sera exposé ni à contracter des défauts, ni à perdre de son originalité.

Dans d'autres écrivains, le style paroît se confondre davantage avec les pensées. Non seulement, si on cherche à les séparer, on détruit les beautés, mais les idées elles-mêmes semblent disparoître, parce que l'expression leur imprimoit le caractère particulier de l'âme et de l'esprit de l'auteur, caractère qui s'évanouit avec elle : tels furent Corneille, Bossuet, Montesquieu, Rousseau; tel fut M. de Buffon.

Ils frappent plus que les autres, parce qu'ils ont une originalité plus grande et plus continue; parce que, moins occupés de la perfection et des qualités du style, ils voient moins leurs hardiesses; parce qu'ils sacrifient moins l'effet au goût et à la raison; parce que leur caractère, se montrant sans cesse dans leurs ouvrages, agit à la longue plus fortement et se communique davantage : mais en même temps ils peuvent être des modèles dangereux. Pour imiter leur style, il faudroit avoir leurs pensées, voir les objets comme ils les voient, sentir comme ils sentent : autrement, si le modèle vous offre des idées originales et grandes, l'imitateur vous présentera des idées communes, chargées d'expressions extraordinaires; si l'un ôte aux vérités abstraites leur sécheresse en les rendant par des images brillantes, l'autre présentera des demi-pensées que des métaphores bizarres rendent inintelligibles. Le modèle a parlé de tout avec chaleur, parce que son âme étoit toujours agitée : le froid imitateur cachera son indifférence sous des formes passionnées. Dans ces écrivains, les défauts tiennent souvent aux beautés, ont la même origine, sont plus difficiles à distinguer; et ce sont ces défauts que l'imitateur ne manque jamais de transporter dans ses copies. Veut-on les prendre pour modèles, il ne faut point chercher à saisir leur manière, il ne faut point vouloir leur ressembler, mais se pénétrer de leurs beautés, aspirer à produire des beautés égales, s'appliquer comme eux à donner un caractère

original à ses productions, sans copier celui qui frappe ou qui séduit dans les leurs.

Il seroit donc injuste d'imputer à ces grands écrivains les fautes de leurs enthousiastes, de les accuser d'avoir corrompu le goût, parce que des gens qui en manquoient les ont parodiés en croyant les imiter. Ainsi, on auroit tort de reprocher à M. de Buffon ces idées vagues, cachées sous des expressions ampoulées, ces images incohérentes, cette pompe ambitieuse du style, qui défigure tant de productions modernes, comme on auroit tort de vouloir rendre Rousseau responsable de cette fausse sensibilité, de cette habitude de se passionner de sang-froid, d'exagérer toutes les opinions, enfin de cette manie de parler de soi sans nécessité, qui sont devenues une espèce de mode, et presque un mérite. Ces erreurs passagères dans le goût d'une nation cèdent facilement à l'empire de la raison et à celui de l'exemple: l'enthousiasme exagéré, qui fait admirer jusqu'aux défauts des hommes illustres, donne à ces maladroites imitations une vogue momentanée; mais à la longue il ne reste que ce qui est vraiment beau; et comme Corneille et Bossuet ont contribué à donner à notre langue, l'un plus de force, l'autre plus d'élévation et de hardiesse, M. de Buffon lui aura fait acquérir plus de magnificence et de grandeur, comme Rousseau l'aura instruite à former des accens plus fiers et plus passionnés.

Le style de M. de Buffon n'offre pas toujours le même degré de perfection; mais, dans tous les morceaux destinés à l'effet, il a cette correction, cette pureté, sans lesquelles, lorsqu'une langue est une fois formée, on ne peut atteindre à une célébrité durable. S'il est permis quelquefois d'être négligé, c'est uniquement dans les discussions purement scientifiques, où les taches qu'il a pu laisser ne nuisent point à des beautés, et servent peut-être à faire mieux goûter les peintures brillantes qui les suivent.

C'étoit par un long travail qu'il parvenoit à donner à son style ce degré de perfection, et il continuoit de le corriger jusqu'à ce qu'il eût effacé toutes les traces du travail, et qu'à force de peine il lui eût donné de la facilité; car cette qualité si précieuse n'est, dans un écrivain, que l'art de cacher ses efforts, de présenter ses pensées, comme s'il les avoit conçues d'un seul jet, dans l'ordre le plus naturel ou le plus frappant, revêtues des expressions les plus propres ou les plus heureuses; et cet art, auquel le plus grand charme du style est attaché, n'est cependant que le résultat d'une longue suite d'observations fugitives et d'attentions minutieuses.

M. de Buffon aimoit à lire ses ouvrages, non par vanité, mais pour s'assurer, par l'expérience, de leur clarté et de leur effet; les deux qualités peut-être sur lesquelles on peut le moins se juger soi-même. Avec une telle intention, il ne choisissoit pas ses auditeurs; ceux que le hasard lui offroit sembloient devoir mieux représenter le public, dont il vouloit essayer sur eux la manière de sentir: il ne se bornoit pas à recevoir leurs avis ou plutôt leurs éloges; souvent il leur demandoit quel sens ils attachoient à une phrase, quelle impression ils avoient éprouvée; et s'ils n'avoient pas saisi son idée, s'il avoit manqué l'effet qu'il vouloit produire, il en concluoit que cette partie de son ouvrage manquoit de netteté, de mesure ou de force, et il l'écrivoit de nouveau. Cette méthode est excellente pour les ouvrages de philosophie qu'on destine à devenir populaires; mais peu d'auteurs auront le courage de l'employer. Il ne faut pas cependant s'attendre à trouver un égal degré de clarté dans toute l'*Histoire naturelle;* M. de Buffon a écrit pour les savans, pour les philosophes et pour le public, et il a su proportionner la clarté de chaque partie au désir qu'il avoit d'être entendu d'un nombre plus ou moins grand de lecteurs.

Peu d'hommes ont été aussi laborieux que lui, et l'ont été d'une manière si continue et si régulière. Il paroissoit commander à ses idées plutôt qu'être entraîné par elles. Né avec une constitution à la fois très-saine et très-robuste, fidèle au principe d'employer toutes ses facultés jusqu'à ce que la fatigue l'avertît qu'il commençoit à en abuser, son esprit étoit toujours également prêt à remplir la tâche qu'il lui imposoit. C'étoit à la campagne qu'il aimoit le plus à travailler: il avoit placé son cabinet à l'extrémité d'un vaste jardin sur la cime d'une montagne; c'est là qu'il passoit les matinées entières, tantôt écrivant dans ce réduit solitaire, tantôt méditant dans les allées de ce jardin, dont l'entrée étoit alors rigoureusement interdite; seul, et dans les momens de distraction nécessaires au milieu d'un travail long-temps continué, n'ayant autour de lui que la nature, dont le spectacle, en délassant ses organes, le ramenoit doucement à ses idées que la fatigue avoit interrompues. Ces longs séjours à Montbard étoient peu compatibles avec ses fonctions de trésorier de

l'Académie; mais il s'étoit choisi pour adjoint M. Tillet, dont il connoissoit trop le zèle actif et sage, l'attachement scrupuleux à tous ses devoirs, pour avoir à craindre que ses confrères pussent jamais se plaindre d'une absence si utilement employée.

On doit mettre au nombre des services qu'il a rendus aux sciences, les progrès que toutes les parties du Jardin du Roi ont faits sous son administration. Les grands dépôts ne dispensent point d'étudier la nature. La connoissance de la disposition des objets et de la place qu'ils occupent à la surface ou dans le sein de la terre, n'est pas moins importante que celle des objets eux-mêmes; c'est par là seulement qu'on peut connoître leurs rapports, et s'élever à la recherche de leur origine et des lois de leur formation: mais c'est dans les cabinets qu'on apprend à se rendre capable d'observer immédiatement la nature; c'est là encore qu'après l'avoir étudiée, on apprend à juger ses propres observations, à les comparer, à en tirer des résultats, à se rappeler ce qui a pu échapper au premier coup d'œil. C'est dans les cabinets que commence l'éducation du naturaliste, et c'est là aussi qu'il peut mettre la dernière perfection à ses pensées. Le Cabinet du roi est devenu entre les mains de M. de Buffon, non un simple monument d'ostentation, mais un dépôt utile et pour l'instruction publique et pour le progrès des sciences. Il avoit su intéresser toutes les classes d'hommes à l'histoire naturelle; et pour le récompenser du plaisir qu'il leur avoit procuré, tous s'empressoient d'apporter à ses pieds les objets curieux qu'il leur avoit appris à chercher et à connoître. Les savans y ajoutoient aussi leur tribut; car ceux mêmes qui combattoient ses opinions, qui désapprouvoient sa méthode de traiter les sciences, reconnoissoient cependant qu'ils devoient une partie de leurs lumières aux vérités qu'il avoit recueillies, et une partie de leur gloire à cet enthousiasme pour l'histoire naturelle, qui étoit son ouvrage. Les souverains lui envoyoient les productions rares et curieuses dont la nature avoit enrichi leurs états: c'est à lui que ces présens étoient adressés; mais il les remettoit dans le Cabinet du roi, comme dans le lieu où, exposés aux regards d'un grand nombre d'hommes éclairés, ils pouvoient être plus utiles.

Dans les commencemens de son administration, il avait consacré à l'embellissement du Cabinet une gratification qui lui étoit offerte, mais qu'il ne vouloit pas accepter pour lui-même: procédé noble et doublement utile à ses vues, puisqu'il lui donnoit le droit de solliciter des secours avec plus de hardiesse et d'opiniâtreté.

La botanique étoit celle des parties de l'histoire naturelle dont il s'étoit le moins occupé; mais son goût particulier n'influa point sur les fonctions de l'intendant du Jardin du Roi. Agrandi par ses soins, distribué de la manière la plus avantageuse pour l'enseignement et pour la culture, d'après les vues des botanistes habiles qui y président, ce jardin est devenu un établissement digne d'une nation éclairée et puissante. Parvenu à ce degré de splendeur, le Jardin du Roi n'aura plus à craindre sans doute ces vicissitudes de décadence et de renouvellement dont notre histoire nous a transmis le souvenir, et le zèle éclairé du successeur de M. de Buffon suffiroit seul pour en répondre à l'Académie et aux sciences.

Ce n'est pas seulement à sa célébrité que M. de Buffon dut le bonheur de lever les obstacles qui s'opposèrent long-temps à l'entier succès de ses vues; il le dut aussi à sa conduite. Des louanges insérées dans l'*Histoire naturelle* étoient la récompense de l'intérêt que l'on prenoit aux progrès de la science, et l'on regardoit comme une sorte d'assurance d'immortalité l'honneur d'y voir inscrire son nom. D'ailleurs, M. de Buffon avoit eu le soin constant d'acquérir et de conserver du crédit auprès des ministres et de ceux qui, chargés par eux des détails, ont sur la décision et l'expédition des affaires une influence inévitable. Il se concilioit les uns en ne se permettant jamais d'avancer des opinions qui pussent blesser, en ne paroissant point prétendre à les juger; il s'assuroit des autres en employant avec eux un ton d'égalité qui les flattoit, et en se dépouillant de la supériorité que sa gloire et ses talens pouvoient lui donner. Ainsi, aucun des moyens de contribuer aux progrès de la science à laquelle il s'étoit dévoué, n'avoit été négligé. Ce fut l'unique objet de son ambition: sa considération, sa gloire y étoient liées sans doute; mais tant d'hommes séparent leurs intérêts de l'intérêt général, qu'il seroit injuste de montrer de la sévérité pour ceux qui savent les réunir. Ce qui prouve à quel point M. de Buffon étoit éloigné de toute ambition vulgaire, c'est qu'appelé à Fontainebleau par le feu roi, qui vouloit le consulter sur quelques points relatifs à la culture des forêts, et ce prince lui ayant proposé de se charger en chef de l'ad-

ministration de toutes celles qui composent les domaines, ni l'importance de cette place, ni l'honneur si désiré d'avoir un travail particulier avec le roi, ne purent l'éblouir : il sentoit qu'en interrompant ses travaux, il alloit perdre une partie de sa gloire; il sentoit en même temps la difficulté de faire le bien : surtout il voyoit d'avance la foule des courtisans et des administrateurs se réunir contre une supériorité si effrayante, et contre les conséquences d'un exemple si dangereux.

Placé dans un siècle où l'esprit humain s'agitant dans ses chaînes, les a relâchées toutes et en a brisé quelques-unes, où toutes les opinions ont été examinées, toutes les erreurs combattues, tous les anciens usages soumis à la discussion, où tous les esprits ont pris vers la liberté un essor inattendu, M. de Buffon parut n'avoir aucune part à ce mouvement général. Ce silence peut paroître singulier dans un philosophe dont les ouvrages prouvent qu'il avoit considéré l'homme sous tous les rapports, et annoncent en même temps une manière de penser mâle et ferme, bien éloignée de ce penchant au doute, à l'incertitude, qui conduit à l'indifférence.

Mais peut-être a-t-il cru que le meilleur moyen de détruire les erreurs en métaphysique et en morale, étoit de multiplier les vérités d'observations dans les sciences naturelles; qu'au lieu de combattre l'homme ignorant et opiniâtre, il falloit lui inspirer le désir de s'instruire : il étoit plus utile, selon lui, de prémunir les générations suivantes contre l'erreur, en accoutumant les esprits à se nourrir de vérités même indifférentes, que d'attaquer de front les préjugés enracinés et liés avec l'amour-propre, l'intérêt ou les passions de ceux qui les ont adoptés. La nature a donné à chaque homme son talent, et la sagesse consiste à y plier sa conduite : l'un est fait pour combattre, l'autre pour instruire; l'un pour corriger et redresser les esprits, l'autre pour les subjuguer et les entraîner après lui.

D'ailleurs, M. de Buffon vouloit élever le monument de l'*Histoire naturelle*, il vouloit donner une nouvelle forme au Cabinet du roi, il avoit besoin et de repos et du concours général des suffrages; or, quiconque attaque des erreurs, ou laisse seulement entrevoir son mépris pour elles, doit s'attendre à voir ses jours troublés, et chacun de ses pas embarrassé par des obstacles. Un vrai philosophe doit combattre les ennemis qu'il rencontre sur la route qui le conduit à la vérité, mais il seroit maladroit d'en appeler de nouveaux par des attaques imprudentes.

Peu de savans, peu d'écrivains, ont obtenu une gloire aussi populaire que M. de Buffon, et il eut le bonheur de la voir continuellement s'accroître à mesure que les autres jouissances diminuant pour lui, celles de l'amour-propre lui devenoient plus nécessaires. Il n'essuya que peu de critiques, parce qu'il avoit soin de n'offenser aucun parti, parce que la nature de ses ouvrages ne permettoit guère à la littérature ignorante d'atteindre à sa hauteur. Les savans avoient presque tous gardé le silence, sachant qu'il y a peu d'honneur et peu d'utilité pour les sciences à combattre un système qui devient nécessairement une vérité générale si les faits le confirment, ou tombe de lui-même s'ils le contrarient.

D'ailleurs, M. de Buffon employa le moyen le plus sûr d'empêcher les critiques de se multiplier; il ne répondit pas à celles qui parurent contre ses premiers volumes. Ce n'est point qu'elles fussent toutes méprisables; celles de M. Haller, de M. Bonnet, de M. l'abbé de Condillac, celles même que plusieurs savans avoient fournies à l'auteur des *Lettres américaines*, pouvoient mériter des réponses qui n'eussent pas toujours été faciles. Mais en répondant, il auroit intéressé l'amour-propre de ses adversaires à continuer leurs critiques, et perpétué une guerre où la victoire, qui ne pouvoit jamais être absolument complète, ne l'auroit pas dédommagé d'un temps qu'il étoit sûr d'employer plus utilement pour sa gloire.

Les souverains, les princes étrangers qui visitoient la France, s'empressoient de rendre hommage à M. de Buffon, et de le chercher au milieu de ces richesses de la nature rassemblées par ses soins. L'impératrice de Russie, dont le nom est lié à celui de nos plus célèbres philosophes, qui avoit proposé inutilement à M. d'Alembert de se charger de l'éducation de son fils, et appelé auprès d'elle M. Diderot, après avoir répandu sur lui des bienfaits dont la délicatesse avec laquelle ils étoient offerts augmentoit le prix; qui avoit rendu M. de Voltaire le confident de tout ce qu'elle entreprenoit pour répandre les lumières, établir la tolérance et adoucir les lois; l'impératrice de Russie prodiguoit à M. de Buffon les marques de son admiration les plus capables de le toucher, en lui envoyant tout ce qui, dans ses vastes états, devoit le plus exciter sa curiosité, et en choisissant par une recherche ingénieuse les productions singulières qui pouvoient

servir de preuves à ses opinions. Enfin il eut l'honneur de recevoir dans sa retraite de Montbard ce héros en qui l'Europe admire le génie de Frédéric et chérit l'humanité d'un sage, et qui vient aujourd'hui mêler ses regrets aux nôtres, et embellir par l'éclat de sa gloire la modeste simplicité des honneurs académiques.

M. de Buffon n'étoit occupé que d'un seul objet, n'avoit qu'un seul goût; il s'étoit créé un style, et s'étoit fait une philosophie par ses réflexions plus encore que par l'étude: on ne doit donc pas s'étonner de ne trouver ni dans ses lettres, ni dans quelques morceaux échappés à sa plume, cette légèreté, cette simplicité qui doivent en être le caractère; mais presque toujours quelques traits font reconnoître le peintre de la nature et dédommagent d'un défaut de flexibilité incompatible peut-être avec la trempe mâle et vigoureuse de son esprit. C'est à la même cause que l'on doit attribuer la sévérité de ses jugemens, et cette sorte d'orgueil qu'on a cru observer en lui. L'indulgence suppose quelque facilité à se prêter aux idées et à la manière d'autrui, et il est difficile d'être sans orgueil, quand, occupé sans cesse d'un grand objet qu'on a dignement rempli, on est forcé en quelque sorte de porter toujours avec soi le sentiment de sa supériorité.

Dans la société, M. de Buffon souffroit sans peine la médiocrité; ou plutôt, occupé de ses propres idées, il ne l'apercevoit pas, et préféroit en général les gens qui pouvoient le distraire sans le contredire et sans l'assujettir au soin fatigant de prévenir leurs objections ou d'y répondre. Simple dans la vie privée, y prenant sans effort le ton de la bonhomie, quoique aimant par goût la magnificence et tout ce qui avoit quelque appareil de grandeur, il avoit conservé cette politesse noble, ces déférences extérieures pour le rang et les places, qui étoient dans sa jeunesse le ton général des gens du monde, et dont plus d'amour pour la liberté et l'égalité, au moins dans les manières, nous a peut-être trop corrigés; car souvent les formes polies dispensent de la fausseté, et le respect extérieur est une barrière que l'on oppose avec succès à une familiarité dangereuse. On auroit pu tirer de ces déférences qui paroissoient exagérées, quelques inductions défavorables au caractère de M. de Buffon, si dans des circonstances plus importantes il n'avoit montré une hauteur d'âme et une noblesse supérieures à l'intérêt comme au ressentiment.

Il avoit épousé en 1752 mademoiselle de Saint-Belin, dont la naissance, les agrémens extérieurs et les vertus réparèrent à ses yeux le défaut de fortune. L'âge avoit fait perdre à M. de Buffon une partie des agrémens de la jeunesse; mais il lui restoit une taille avantageuse, un air noble, une figure imposante, une physionomie à la fois douce et majestueuse. L'enthousiasme pour le talent fit disparoître aux yeux de madame de Buffon l'inégalité d'âge; et dans cette époque de la vie où la félicité semble se borner à remplacer par l'amitié et les souvenirs mêlés de regrets un bonheur plus doux qui nous échappe, il eut celui d'inspirer une passion tendre, constante, sans distraction comme sans nuage: jamais une admiration plus profonde ne s'unit à une tendresse plus vraie. Ces sentimens se montroient dans les regards, dans les manières, dans les discours de madame de Buffon, et remplissoient son cœur et sa vie. Chaque nouvel ouvrage de son mari, chaque nouvelle palme ajoutée à sa gloire, étoient pour elle une source de jouissances d'autant plus douces, qu'elles étoient sans retour sur elle-même, sans aucun mélange de l'orgueil que pouvoit lui inspirer l'honneur de partager la considération et le nom de M. de Buffon; heureuse du seul plaisir d'aimer et d'admirer ce qu'elle aimoit, son âme étoit fermée à toute vanité personnelle, comme à tout sentiment étranger. M. de Buffon n'a conservé d'elle qu'un fils, M. le comte de Buffon, major en second du régiment d'Angoumois, qui porte avec honneur dans une autre carrière un nom à jamais célèbre dans les sciences, dans les lettres et dans la philosophie.

M. de Buffon fut long-temps exempt des pertes qu'amène la vieillesse: il conserva également et toute la vigueur des sens et toute celle de l'âme; toujours plein d'ardeur pour le travail, toujours constant dans sa manière de vivre, dans ses délassemens comme dans ses études, il sembloit que l'âge de la force se fût prolongé pour lui au delà des bornes ordinaires. Une maladie douloureuse vint troubler et accélérer la fin d'une si belle carrière: il lui opposa la patience, eut le courage de s'en distraire par une étude opiniâtre; mais il ne consentit jamais à s'en délivrer par une opération dangereuse. Le travail, les jouissances de la gloire, le plaisir de suivre ses projets pour l'agrandissement du Jardin et du Cabinet du Roi, suffisoient pour l'attacher à la vie; il ne voulut pas la risquer contre l'espérance d'un soulagement souvent passager et suivi quelquefois d'infirmités pénibles, qui, lui ôtant une

partie de ses forces, auroient été pour une âme active plus insupportables que la douleur. Il conserva presque jusqu'à ses derniers momens le pouvoir de s'occuper avec intérêt de ses ouvrages et des fonctions de sa place, la liberté entière de son esprit, toute la force de sa raison, et pendant quelques jours seulement il cessa d'être l'homme illustre dont le génie et les travaux occupoient l'Europe depuis quarante ans.

Les sciences le perdirent le 16 avril 1788.

Lorsque de tels hommes disparoissent de la terre, aux premiers éclats d'un enthousiasme augmenté par les regrets, et aux derniers cris de l'envie expirante, succède bientôt un silence redoutable, pendant lequel se prépare avec lenteur le jugement de la postérité. On relit paisiblement, pour l'examiner, ce qu'on avoit lu pour l'admirer, le critiquer, ou seulement pour le vain plaisir d'en parler. Des opinions conçues avec plus de réflexion, motivées avec plus de liberté, se répandent peu à peu, se modifient, se corrigent les unes les autres ; et à la fin une voix presque unanime s'élève, et prononce un arrêt que rarement les siècles futurs doivent révoquer.

Ce jugement sera favorable à M. de Buffon ; il restera toujours dans la classe si peu nombreuse des philosophes dont une postérité reculée lit encore les ouvrages. En général, elle se rappelle leurs noms ; elle s'occupe de leurs découvertes, de leurs opinions : mais c'est dans des ouvrages étrangers qu'elle va les rechercher, parce qu'elles s'y présentent débarrassées de tout ce que les idées particulières au siècle, au pays où ils ont vécu, peuvent y avoir mêlé d'obscur, de vague ou d'inutile ; rarement le charme du style peut-il compenser ces effets inévitables du temps et du progrès des esprits : mais M. de Buffon doit échapper à cette règle commune, et la postérité placera ses ouvrages à côté des dialogues du disciple de Socrate, et des entretiens du philosophe de Tusculum.

L'histoire des sciences ne présente que deux hommes qui par la nature de leurs ouvrages paroissent se rapprocher de M. de Buffon, Aristote et Pline. Tous deux infatigables comme lui dans le travail, étonnans par l'immensité de leurs connoissances et par celle des plans qu'ils ont conçus et exécutés, tous deux respectés pendant leur vie et honorés après leur mort par leurs concitoyens, ont vu leur gloire survivre aux révolutions des opinions et des empires, aux nations qui les ont produits, et même aux langues qu'ils ont employées, et ils semblent par leur exemple promettre à M. de Buffon une gloire non moins durable.

Aristote porta sur le mécanisme des opérations de l'esprit humain, sur les principes de l'éloquence et de la poésie, le coup d'œil juste et perçant d'un philosophe, dicta au goût et à la raison des lois auxquelles ils obéissent encore, donna le premier exemple, trop tôt oublié, d'étudier la nature dans la seule vue de la connoître et de l'observer avec précision comme avec méthode.

Placé dans une nation moins savante, Pline fut plutôt un compilateur de relations qu'un philosophe observateur ; mais, comme il avoit embrassé dans son plan tous les travaux des arts et tous les phénomènes de la nature, son ouvrage renferme les mémoires les plus précieux et les plus étendus que l'antiquité nous ait laissés pour l'histoire des progrès de l'espèce humaine.

Dans un siècle plus éclairé, M. de Buffon a réuni ses propres observations à celles que ses immenses lectures lui ont fournies ; son plan, moins étendu que celui de Pline, est exécuté d'une manière plus complète ; il présente et discute les résultats qu'Aristote n'avoit osé qu'indiquer.

Le philosophe grec n'a mis dans son style qu'une précision méthodique et sévère, et n'a parlé qu'à la raison.

Pline, dans un style noble, énergique et grave, laisse échapper des traits d'une imagination forte, mais sombre, et d'une philosophie souvent profonde, mais presque toujours austère et mélancolique.

M. de Buffon, plus varié, plus prodigue d'images, joint la facilité à l'énergie, les grâces à la majesté ; sa philosophie, avec un caractère moins prononcé, est plus vraie et moins affligeante. Aristote semble n'avoir écrit que pour les savans, Pline pour les philosophes, M. de Buffon pour tous les hommes éclairés.

Aristote a été souvent égaré par cette vaine métaphysique des mots, vice de la philosophie grecque, dont la supériorité de son esprit ne put entièrement le garantir.

La crédulité de Pline a rempli son ouvrage de fables qui jettent de l'incertitude sur les faits qu'il rapporte, lors même qu'on n'est pas en droit de les reléguer dans la classe des prodiges.

On n'a reproché à M. de Buffon que ses hypothèses : ce sont aussi des espèces de fables, mais des fables produites par une imagination active qui a besoin de créer,

et non par une imagination passive qui cède à des impressions étrangères.

On admirera toujours dans Aristote le génie de la philosophie; on étudiera dans Pline les arts et l'esprit des anciens, on y cherchera ces traits qui frappent l'âme d'un sentiment triste et profond : mais on lira M. de Buffon pour s'intéresser comme pour s'instruire; il continuera d'exciter pour les sciences naturelles un enthousiasme utile, et les hommes lui devront long-temps et les doux plaisirs que procurent à une âme jeune encore les premiers regards jetés sur la nature, et ces consolations qu'éprouve une âme fatiguée des orages de la vie, en reposant sa vue sur l'immensité des êtres paisiblement soumis à des lois éternelles et nécessaires.

ÉLOGE DE BUFFON

PAR VICQ D'AZYR.

M. Vicq d'Azyr ayant été élu par Messieurs de l'Académie Françoise, à la place de M. le comte de Buffon, y vint prendre séance le jeudi 11 décembre 1788, et prononça le discours qui suit :

Messieurs,

Dans le nombre de ceux auxquels vous accordez vos suffrages, il en est qui, déjà célèbres par d'immortels écrits, viennent associer leur gloire avec la vôtre; mais il en est aussi qui, à la faveur de l'heureux accord qui doit régner entre les sciences et les arts, viennent vous demander, au nom des sociétés savantes, dont ils ont l'honneur d'être membres, à se perfectionner près de vous dans le grand art de penser et d'écrire, le premier des beaux-arts, et celui dont vous êtes les arbitres et les modèles.

C'est ainsi, messieurs, c'est sous les auspices des corps savans auxquels j'ai l'honneur d'appartenir, que je me présente aujourd'hui parmi vous. L'un de ces corps [1] vous est attaché depuis long-temps par des liens qui sont chers aux lettres; dépositaire des secrets de la nature, interprète de ses lois, il offre à l'éloquence de grands sujets et de riches tableaux. Quelque éloignées que paroissent être de vos occupations les autres compagnies [2] qui m'ont reçu dans leur sein, elles s'en rapprochent, en plusieurs points, par leurs études. Peut-être que les grands écrivains qui se sont illustrés dans l'art que je professe, qui ont contribué, par leurs veilles, à conserver dans toute leur pureté ces langues éloquentes de la Grèce et de l'Italie, dont vos productions ont fait revivre les trésors, qui ont le mieux imité Pline et Celse dans l'élégance de leur langage, peut-être que ces hommes avoient quelques droits à vos récompenses. Animé par leurs exemples, j'ai marché de loin sur leurs traces; j'ai fait de grands efforts, et vous avez couronné mes travaux.

Et ce n'est pas moi seul dont les vœux sont aujourd'hui comblés; que ne puis-je vous exprimer, messieurs, combien la faveur que vous m'avez accordée a répandu d'encouragement et de joie parmi les membres et les correspondans nombreux de la compagnie savante dont je suis l'organe! J'ai vu que, dans les lieux les plus éloignés, que partout où l'on cultive son esprit et sa raison, on connoît le prix de vos suffrages; et si quelque chose pouvoit ajouter au bonheur de les avoir réunis, ce seroit celui de voir tant de savans estimables partager votre bienfait et ma reconnoissance; ce seroit ce concours de tant de félicitations qu'ils m'ont adressées de toutes parts, lorsque vous m'avez permis de succéder parmi vous à l'homme illustre que le monde littéraire a perdu.

Malheureusement il en est de ceux qui succèdent aux grands hommes, comme de ceux qui en descendent. On voudroit qu'héritiers de leurs priviléges, ils le fussent aussi de leurs talens; et on les rend, pour ainsi dire, responsables de ces pertes que

1. L'Académie royale des Sciences.

2. La Faculté et la Société royale de Médecine de Paris.

la nature est toujours si lente à réparer. Mais ces reproches qui échappent au sentiment aigri par la douleur, le silence qui règne dans l'empire des lettres, lorsque la voix des hommes éloquens a cessé de s'y faire entendre, ce vide qu'on ne sauroit combler, sont autant d'hommages offerts au génie. Ajoutons-y les nôtres; et méritons, par nos respects, que l'on nous pardonne d'être assis à la place du philosophe qui fut une des lumières de son siècle, et l'un des ornemens de sa patrie.

La France n'avoit produit aucun ouvrage qu'elle pût opposer aux grandes vues des anciens sur la nature. Buffon naquit, et la France n'eut plus, à cet égard, des regrets à former.

On touchoit au milieu du siècle; l'auteur de *la Henriade* et de *Zaïre* continuoit de charmer le monde par l'inépuisable fécondité de son génie; Montesquieu démêloit les causes physiques et morales qui influent sur les institutions des hommes; le citoyen de Genève commençoit à les étonner par la hardiesse et l'éloquence de sa philosophie; d'Alembert écrivoit cet immortel discours qui sert de frontispice au plus vaste de tous les monumens de la littérature; il expliquoit la précession des équinoxes, et il créoit un nouveau calcul: Buffon préparoit ses pinceaux, et tous ces grands esprits donnoient des espérances qui n'ont point été trompées.

Quel grand, quel étonnant spectacle que celui de la nature! Des astres étincelans et fixes qui répandent au loin la chaleur et la lumière; des astres errans qui brillent d'un éclat emprunté, et dont les routes sont tracées dans l'espace; des forces opposées d'où naît l'équilibre des mondes; l'élément léger qui se balance autour de la terre; les eaux courantes qui la dégradent et la sillonnent; les eaux tranquilles, dont le limon qui la féconde forme les plaines; tout ce qui vit sur sa surface, et tout ce qu'elle cache en son sein; l'homme lui-même dont l'audace a tout entrepris, dont l'intelligence a tout embrassé, dont l'industrie a mesuré le temps et l'espace; la chaîne éternelle des causes; la série mobile des effets: tout est compris dans ce merveilleux ensemble. Ce sont ces grands objets que M. de Buffon a traités dans ses écrits. Historien, orateur, peintre et poëte, il a pris tous les tons et mérité toutes les palmes de l'éloquence. Ses vues sont hardies, ses plans sont bien conçus, ses tableaux sont magnifiques. Il instruit souvent, il intéresse toujours; quelquefois il enchante, il ravit; il force l'admiration lors même que la raison lui résiste. On retrouve dans ses erreurs l'empreinte de son génie; et leur tableau prouveroit seul que celui qui les commit fut un grand homme.

Lorsqu'on jette un coup d'œil général sur les ouvrages de M. de Buffon, on ne sait ce qu'on doit le plus admirer dans une entreprise si étendue, ou de la vigueur de son esprit, qui ne se fatigua jamais, ou de la perfection soutenue de son travail, qui ne s'est point démentie, ou de la variété de son savoir, que chaque jour il augmentoit par l'étude. Il excella surtout dans l'art de généraliser ses idées et d'enchaîner les observations. Souvent, après avoir recueilli des faits jusqu'alors isolés et stériles, il s'élève et il arrive aux résultats les plus inattendus. En le suivant, les rapports naissent de toutes parts; jamais on ne sut donner à des conjectures plus de vraisemblance, et à des doutes l'apparence d'une impartialité plus parfaite. Voyez avec quel art, lorsqu'il établit une opinion, les probabilités les plus foibles sont placées les premières; à mesure qu'il avance, il en augmente si rapidement le nombre et la force, que le lecteur subjugué se refuse à toute réflexion qui porteroit atteinte à son plaisir. Pour éclairer les objets, M. de Buffon emploie, suivant le besoin, deux manières: dans l'une, un jour doux, égal, se répand sur toute la surface; dans l'autre, une lumière vive, éblouissante, n'en frappe qu'un seul point. Personne ne voila mieux ces vérités délicates, qui ne veulent qu'être indiquées aux hommes. Et, dans son style, quel accord entre l'expression et la pensée! Dans l'exposition des faits, sa phrase n'est qu'élégante; dans les préfaces de ses traductions, il ne montre qu'un écrivain correct et sage. Lorsqu'il applique le calcul à la morale, il se contente de se rendre intelligible à tous. S'il décrit une expérience, il est précis et clair; on voit l'objet dont il parle; et, pour des yeux exercés, c'est le trait d'un grand artiste: mais on s'aperçoit sans peine que ce sont les sujets élevés qu'il cherche et qu'il préfère. C'est en les traitant qu'il déploie toutes ses forces, et que son style montre toute la richesse de son talent. Dans ces tableaux, où l'imagination se repose sur un merveilleux réel, comme Manilius et Pope, il peint pour s'instruire; comme eux, il décrit ces grands phénomènes, qui sont plus imposans que les mensonges de la fable; comme eux, il attend le moment de l'inspiration pour produire; et comme eux il est poëte. En lui, la clarté, cette qualité première des écrivains, n'est point altérée par

l'abondance. Les idées principales, distribuées avec goût, forment les appuis du discours; il a soin que chaque mot convienne à l'harmonie autant qu'à la pensée; il ne se sert, pour désigner les choses communes, que de ces termes généraux qui ont, avec ce qui les entoure, des liaisons étendues. A la beauté du coloris il joint la vigueur du dessin; à la force s'allie la noblesse; l'élégance de son langage est continue; son style est toujours élevé, souvent sublime, imposant et majestueux; il charme l'oreille, il séduit l'imagination, il occupe toutes les facultés de l'esprit; et, pour produire ces effets, il n'a besoin ni de la sensibilité qui émeut et qui touche, ni de la véhémence qui entraîne et qui laisse dans l'étonnement celui qu'elle a frappé. Que l'on étudie ce grand art dans le discours où M. de Buffon en a tracé les règles; on y verra partout l'auteur se rendant un compte exact de ses efforts, réfléchissant profondément sur ses moyens, et dictant des lois auxquelles il n'a jamais manqué d'obéir. Lorsqu'il vous disoit, messieurs, que les beautés du style sont les droits les plus sûrs que l'on puisse avoir à l'admiration de la postérité; lorsqu'il vous exposoit comment un écrivain, en s'élevant par la contemplation à des vérités sublimes, peut établir sur des fondemens inébranlables des monumens immortels, il portoit en lui le sentiment de sa destinée; et c'étoit alors une prédiction qui fut bientôt accomplie.

Je n'aurois jamais osé, messieurs, parler ici de l'élocution et du style, si, en essayant d'apprécier M. de Buffon sous ce rapport, je n'avois été conduit par M. de Buffon lui-même. C'est en lisant ses ouvrages que l'on éprouve toute la puissance du talent qui les a produits et de l'art qui les a formés. Je sens mieux que personne combien il est difficile de célébrer dignement tant de dons rassemblés; et lors même que cet éloge me ramène aux objets les plus familiers de mes travaux, j'ai lieu de douter encore que j'aie rempli votre attente. Mais les ouvrages de M. de Buffon sont si répandus, et l'on s'est tant occupé de la nature en l'étudiant dans ses écrits, que pour donner de ce grand homme l'idée que j'en ai conçue, je n'ai pas craint, messieurs, de vous entretenir aussi des plus profonds objets de ses méditations et de ses travaux.

Avant de parler de l'homme et des animaux, M. de Buffon devoit décrire la terre qu'ils habitent, et qui est leur domaine commun; mais la théorie de ce globe lui parut tenir au système entier de l'univers; et différens phénomènes, tels que l'augmentation successive des glaces vers les pôles, et la découverte des ossemens des grands animaux dans le Nord, annonçant qu'il avoit existé sur cette partie de notre planète une autre température, M. de Buffon chercha, sans la trouver, la solution de cette grande énigme dans la suite des faits connus. Libre alors, son imagination féconde osa suppléer à ce que les travaux des hommes n'avoient pu découvrir. Il dit avec Hésiode : Vous connoîtrez quand la terre commença d'être, et comment elle enfanta les hautes montagnes. Il dit avec Lucrèce : J'enseignerai avec quels élémens la nature produit, accroît et nourrit les animaux; et, se plaçant à l'origine des choses : un astre, ajouta-t-il, a frappé le soleil; il en a fait jaillir un torrent de matière embrasée, dont les parties, condensées insensiblement par le froid, ont formé les planètes. Sur le globe que nous habitons, les molécules vivantes se sont composées de l'union de la matière inerte avec l'élément du feu; les régions des pôles, où le refroidissement a commencé, ont été, dans le principe, la patrie des plus grands animaux. Mais déjà la flamme de la vie s'y est éteinte; et la terre se dépouillant par degrés de sa verdure, finira par n'être plus qu'un vaste tombeau.

On trouve dans ces fictions brillantes la source de tous les systèmes que M. de Buffon a formés. Mais, pour savoir jusqu'à quel point il tenoit à ces illusions de l'esprit, qu'on le suive dans les routes où il s'engage. Ici, plein de confiance dans ses explications, il rappelle tout à des lois que son imagination a dictées. Là, plus réservé, il juge les systèmes de Whiston et de Leibnitz, comme il convient au traducteur de Newton; et la sévérité de ses principes étonne ceux qui savent combien est grande ailleurs la hardiesse de ses suppositions. Est-il blessé par la satire? il reprend ces théories qu'il avoit presque abandonnées; il les accommode aux découvertes qui ont changé la face de la physique; et, perfectionnées, elles excitent de nouveau les applaudissemens et l'admiration que des critiques maladroits avoient projeté de lui ravir. Plus calme ailleurs, il convient que ses hypothèses sont dénuées de preuves; et il semble se justifier plutôt que s'applaudir de les avoir imaginées. Maintenant son art est connu, et son secret est dévoilé. Ce grand homme n'a rien négligé de ce qui pouvoit attirer sur lui l'attention générale, qui étoit l'objet de tous ses travaux. Il a voulu lier, par une chaîne commune

toutes les parties du système de la nature; il n'a point pensé que, dans une si longue carrière, le seul langage de la raison pût se faire entendre à tous; et, cherchant à plaire pour instruirc, il a mêlé quelquefois les vérités aux fables, et plus souvent quelques fictions aux vérités.

Dans les discours dont je dois rassembler ici les principales idées, les problèmes les plus intéressans sont proposés et résolus. On y cherche, parmi les lieux les plus élevés du globe, quel fut le berceau du genre humain; on y peint les premiers peuples s'entourant d'animaux esclaves; des colonies nombreuses suivant la direction et les pentes des montagnes, qui leur servent d'échelons pour descendre au loin dans les plaines, et la terre se couvrant, avec le temps, de leur postérité.

On y demande s'il y a des hommes de plusieurs espèces; l'on y fait voir que, depuis les zones froides, que le Lapon et l'Eskimau partagent avec les phoques et les ours blancs, jusqu'aux climats que disputent à l'Africain le lion et la panthère, la grande cause qui modifie les êtres est la chaleur. L'on y démontre que ce sont ses variétés qui produisent les nuances de la couleur et les différences de la stature des divers habitans du globe, et que nul caractère constant n'établit entre eux des différences déterminées. D'un pôle à l'autre, les hommes ne forment donc qu'une seule espèce, ils ne composent qu'une même famille. Ainsi, c'est aux naturalistes qu'on doit les preuves physiques de cette vérité morale, que l'ignorance et la tyrannie ont si souvent méconnue, et que, depuis si long-temps, les Européens outragent, lorsqu'ils achètent leurs frères, pour les soumettre, sans relâche, à un travail sans salaire, pour les mêler à leurs troupeaux, et s'en former une propriété, dans laquelle il n'y a de légitime que la haine vouée par les esclaves à leurs oppresseurs, et les imprécations adressées, par ces malheureux, au ciel, contre tant de barbarie et d'impunité.

On avait tant écrit sur les sens, que la matière paroissoit épuisée; mais on n'avoit point indiqué l'ordre de leur prééminence dans les diverses classes d'animaux. C'est ce que M. de Buffon a fait; et considérant que les rapports des sensations dominantes doivent être les mêmes que ceux des organes qui en sont le foyer, il en a conclu que l'homme, instruit surtout par le toucher, qui est un sens profond, doit être attentif, sérieux et réfléchi; que le quadrupède, auquel l'odorat et le goût commandent, doit avoir des appétits véhémens et grossiers; tandis que l'oiseau, que l'œil et l'oreille conduisent, aura des sensations vives, légères, précipitées comme son vol, et étendues comme la sphère où il se meut en parcourant les airs.

En parlant de l'éducation, M. de Buffon prouve que, dans toutes les classes d'animaux, c'est par les soins assidus des mères que s'étendent les facultés des êtres sensibles; que c'est par le séjour que les petits font près d'elles, que se perfectionne leur jugement et que se développe leur industrie: de sorte que les plus imparfaits de tous sont ceux par qui ne fut jamais pressé le sein qui les porta, et que le premier est l'homme qui, si long-temps foible, doit à celle dont il a reçu le jour tant de caresses, tant d'innocens plaisirs, tant de douces paroles, tant d'idées et de raisonnemens, tant d'expériences et de savoir; que, sans cette première instruction qui forme l'esprit, il demeureroit peut-être muet et stupide parmi les animaux auxquels il devoit commander.

Les idées morales sont toutes appuyées sur des vérités physiques; et, comme celles-ci résultent de l'observation et de l'expérience, les premières naissent de la réflexion et de la philosophie. M. de Buffon, en les mêlant avec art les unes aux autres, a su tout animer et tout embellir. Il en a fait surtout le plus ingénieux usage pour combattre les maux que répand parmi les hommes la peur de mourir. Tantôt, s'adressant aux personnes les plus timides, il leur dit que le corps énervé ne peut éprouver de vives souffrances au moment de sa dissolution. Tantôt, voulant convaincre les lecteurs les plus éclairés, il leur montre dans le désordre apparent de la destruction un des effets de la cause qui conserve et qui régénère; il leur fait remarquer que le sentiment de l'existence ne forme point en nous une trame continue, que ce fil se rompt chaque jour par le sommeil, et que ces lacunes, dont personne ne s'effraie, appartiennent toutes à la mort. Tantôt, parlant aux vieillards, il leur annonce que le plus âgé d'entre eux, s'il jouit d'une bonne santé, conserve l'espérance légitime de trois années de vie; que la mort se ralentit dans sa marche, à mesure qu'elle s'avance, et que c'est encore une raison pour vivre, que d'avoir long-temps vécu.

Les calculs que M. de Buffon a publiés sur ce sujet important, ne se bornent point à répandre des consolations; on en tire encore des conséquences utiles à l'administration des peuples. Il prouve que les grandes villes sont des abîmes où l'espèce humaine

s'engloutit. On y voit que les années les moins fertiles en subsistance sont aussi les moins fécondes en hommes. De nombreux résultats y montrent que le corps politique languit lorsqu'on l'opprime, qu'il se fatigue et s'épuise lorsqu'on l'irrite; qu'il dépérit faute de chaleur ou d'aliment, et qu'il ne jouit de toutes ses forces qu'au sein de l'abondance et de la liberté.

M. de Buffon est donc le premier qui ait uni la géographie à l'histoire naturelle, et qui ait appliqué l'histoire naturelle à la philosophie; le premier qui ait distribué les quadrupèdes par zones, qui les ait comparés entre eux dans les deux mondes, et qui leur ait assigné le rang qu'ils doivent tenir à raison de leur industrie. Il est le premier qui ait dévoilé les causes de la dégénération des animaux, savoir: le changement de climats, d'alimens et de mœurs, c'est-à-dire l'éloignement de la patrie et la perte de la liberté. Il est le premier qui ait expliqué comment les peuples des deux continens se sont confondus, qui ait réuni dans un tableau toutes les variétés de notre espèce, et qui, dans l'histoire de l'homme, ait fait connoître, comme un caractère que l'homme seul possède, cette flexibilité d'organes qui se prête à toutes les températures, et qui donne le pouvoir de vivre et de vieillir dans tous les climats.

Parmi tant d'idées exactes et de vues neuves, comment ne reconnoîtroit-on pas une raison forte que l'imagination n'abandonne jamais, et qui, soit qu'elle s'occupe à discuter, à diviser ou à conclure, mêlant des images aux abstractions et des emblèmes aux vérités, ne laisse rien sans liaisons, sans couleur ou sans vie, peint ce que les autres ont décrit, substitue des tableaux ornés à des détails arides, des théories brillantes à de vaines suppositions, crée une science nouvelle, et force tous les esprits à méditer sur les objets de son étude, et à partager ses travaux et ses plaisirs?

Dans le nombre des critiques qui s'élevèrent contre la première partie de l'Histoire naturelle de M. de Buffon, M. l'abbé de Condillac, le plus redoutable de ses adversaires, fixa tous les regards. Son esprit jouissoit de toute sa force dans la dispute. Celui de M. de Buffon, au contraire, y étoit en quelque sorte étranger. Veut-on les bien connoître? que l'on jette les yeux sur ce qu'ils ont dit des sensations. Ici les deux philosophes partent du même point; c'est un homme que chacun d'eux veut animer. L'un, toujours méthodique, commence par ne donner à sa statue qu'un seul sens à la fois. Toujours abondant, l'autre ne refuse à la sienne aucun des dons qu'elle auroit pu tenir de la nature. C'est l'odorat, le plus obtus de tous les organes, que le premier met d'abord en usage. Déjà le second a ouvert les yeux de sa statue à la lumière, et ce qu'il y a de plus brillant a frappé ses regards. M. l'abbé de Condillac fait une analyse complète des impressions qu'il communique. M. de Buffon, au contraire, a disparu; ce n'est plus lui, c'est l'homme qu'il a créé, qui voit, qui entend et qui parle. La statue de M. l'abbé de Condillac, calme, tranquille, ne s'étonne de rien, parce que tout est prévu, tout est expliqué par son auteur. Il n'en est pas de même de celle de M. de Buffon; tout l'inquiète, parce qu'abandonnée à elle-même, elle est seule dans l'univers; elle se meut, elle se fatigue, elle s'endort, son réveil est une seconde naissance; et, comme le trouble de ses esprits fait une partie de son charme, il doit excuser une partie de ses erreurs. Plus l'homme de M. l'abbé de Condillac avance dans la carrière de son éducation, plus il s'éclaire; il parvient enfin à généraliser ses idées, et à découvrir en lui-même les causes de sa dépendance et les sources de sa liberté. Dans la statue de M. de Buffon, ce n'est pas la raison qui se perfectionne, c'est le sentiment qui s'exalte; elle s'empresse de jouir; c'est Galatée qui s'anime sous le ciseau de Pygmalion, et l'amour achève son existence. Dans ces productions de deux de nos grands hommes, je ne vois rien de semblable. Dans l'une, on admire une poésie sublime; dans l'autre, une philosophie profonde. Pourquoi se traitoient-ils en rivaux, puisqu'ils alloient par des chemins différens à la gloire, et que tous les deux étoient également sûrs d'y arriver?

Aux discours sur la nature des animaux succéda leur description. Aucune production semblable n'avoit encore attiré les regards des hommes. Swammerdam avoit écrit sur les insectes. Occupé des mêmes travaux, Réaumur avoit donné à l'histoire naturelle le premier asile qu'elle ait eu parmi nous, et ses ouvrages, quoique diffus, étoient recherchés. Ce fut alors que M. de Buffon se montra. Fort de la conscience de son talent, il commanda l'attention. Il s'attacha d'abord à détruire le merveilleux de la prévoyance attribuée aux insectes; il rappela les hommes à l'étude de leurs propres organes; et, dédaignant toute méthode, ce fut à grands traits qu'il dessina ses tableaux. Autour de

l'homme, à des distances que le savoir et le goût ont mesurées, il plaça les animaux dont l'homme a fait la conquête; ceux qui le servent près de ses foyers, ou dans les travaux champêtres; ceux qu'il a subjugués et qui refusent de le servir; ceux qui le suivent, le caressent, et l'aiment; ceux qui le suivent et le caressent sans l'aimer; ceux qu'il repousse par la ruse ou qu'il attaque à force ouverte; et les tribus nombreuses d'animaux qui, bondissant dans les taillis, sous les futaies, sur la cime des montagnes, ou au sommet des rochers, se nourrissent de feuilles et d'herbes; et les tribus redoutables de ceux qui ne vivent que de meurtre et de carnage. A ces groupes de quadrupèdes il opposa des groupes d'oiseaux. Chacun de ces êtres lui offrit une physionomie, et reçut de lui un caractère. Il avoit peint le ciel, la terre, l'homme, et ses âges, et ses jeux, et ses malheurs, et ses plaisirs; il avoit assigné aux divers animaux toutes les nuances des passions. Il avoit parlé de tout, et tout parloit de lui. Ainsi quarante années de vie littéraire furent pour M. de Buffon quarante années de gloire; ainsi le bruit de tant d'applaudissemens étouffa les cris aigus de l'envie, qui s'efforçoit d'arrêter son triomphe; ainsi le dix-huitième siècle rendit à Buffon vivant les honneurs de l'immortalité.

M. de Buffon a décrit plus de quatre cents espèces d'animaux; et, dans un si long travail, sa plume ne s'est point fatiguée. L'exposition de la structure et l'énumération des propriétés, par les places qu'elles occupent, servent à reposer la vue, et font ressortir les autres parties de la composition. Les différences des habitudes, des appétits, des mœurs et du climat, offrent des contrastes, dont le jeu produit des effets brillans. Des épisodes heureux y répandent de la variété, et diverses moralités y mêlent, comme dans des apologues, des leçons utiles. S'il falloit prouver ce que j'avance, qu'aurois-je, messieurs, à faire de plus que de retracer des lectures qui ont été la source de vos plaisirs? Vous n'avez point oublié avec quelle noblesse, rival de Virgile, M. de Buffon a peint le coursier fougueux, s'animant au bruit des armes, et partageant avec l'homme les fatigues de la guerre et la gloire des combats; avec quelle vigueur il a dessiné le tigre, qui, rassasié de chair, est encore altéré de sang. Comme on est frappé de l'opposition de ce caractère féroce avec la douceur de la brebis, avec la docilité du chameau, de la vigogne et du renne, auxquels la nature a tout donné pour leurs maîtres; avec la patience du bœuf, qui est le soutien du ménage et la force de l'agriculture! Qui n'a pas remarqué, parmi les oiseaux dont M. de Buffon a décrit les mœurs, le courage franc du faucon, la cruauté lâche du vautour, la sensibilité du serin, la pétulance du moineau, la familiarité du troglodyte, dont le ramage et la gaieté bravent la rigueur de nos hivers, et les douces habitudes de la colombe, qui sait aimer sans partage, et les combats innocens des fauvettes, qui sont l'emblème de l'amour léger? Quelle variété, quelle richesse dans les couleurs avec lesquelles M. de Buffon a peint la robe du zèbre, la fourrure du léopard, la blancheur du cygne, et l'éclatant plumage de l'oiseau-mouche! Comme on s'intéresse à la vue des procédés industrieux de l'éléphant et du castor! Que de majesté dans les épisodes où M. de Buffon compare les terres anciennes et brûlées des déserts de l'Arabie, où tout a cessé de vivre, avec les plaines fangeuses du nouveau continent, qui fourmillent d'insectes, où se traînent d'énormes reptiles, qui sont couvertes d'oiseaux ravisseurs, et où la vie semble naître du sein des eaux? Quoi de plus moral enfin que les réflexions que ces beaux sujets ont dictées? C'est, dit-il (à l'article de l'éléphant), parmi les êtres les plus intelligens et les plus doux que la nature a choisi le roi des animaux. Mais je m'arrête. En vain j'accumulerois ici les exemples; entouré des richesses que le génie de M. de Buffon a rassemblées, il me seroit également impossible de les faire connoître, et de les rappeler toutes dans ce discours. J'ai voulu seulement, pour paroître meilleur, emprunter un instant son langage. J'ai voulu graver sur sa tombe, en ce jour de deuil, quelques-unes de ses pensées; j'ai voulu, messieurs, consacrer ici ma vénération pour sa mémoire, et vous montrer qu'au moins j'ai médité long-temps sur ses écrits.

Lorsque M. de Buffon avoit conçu le projet de son ouvrage, il s'étoit flatté qu'il lui seroit possible de l'achever dans son entier. Mais le temps lui manqua; il vit que la chaîne de ses travaux alloit être rompue; il voulut au moins en former le dernier anneau, l'attacher et le joindre au premier.

Les minéraux, à l'étude desquels il a voué la fin de sa carrièrre, vus sous tous les rapports, sont en opposition avec les êtres animés, qui ont été les sujets de ses premiers tableaux. De toutes parts, dans le premier règne, l'existence se renouvelle et se propage; tout y est vie, mouvement et

sensibilité. Ici, c'est au contraire l'empire de la destruction : la terre, observée dans l'épaisseur des couches qui la composent, est jonchée d'ossemens; les générations passées y sont confondues; les générations à venir s'y engloutiront encore. Nous-mêmes en ferons partie. Les marbres des palais, les murs des maisons, le sol qui nous soutient, le vêtement qui nous couvre, l'aliment qui nous nourrit, tout ce qui sert à l'homme est le produit et l'image de la mort.

Ce sont ces grands contrastes que M. de Buffon aimoit à saisir; et, lorsque abandonnant à l'un de ses amis, qui s'est montré digne de cette association honorable, mais qui déjà n'est plus, le soin de finir son traité des oiseaux, il se livroit à l'examen des corps que la terre cache en son sein, il y cherchoit, on n'en peut douter, de nouveaux sujets à peindre; il vouloit considérer et suivre les continuelles métamorphoses de la matière qui vit dans les organes, et qui meurt hors des limites de leur énergie; il vouloit dessiner ces grands laboratoires où se préparent la chaux, la craie, la soude et la magnésie au fond du vaste océan; il vouloit parler de la nature active, j'ai presque dit des sympathies, de ce métal ami de l'homme, sans lequel nos vaisseaux vogueroient au hasard sur les mers; il vouloit décrire l'éclat et la limpidité des pierres précieuses, échappées à ses pinceaux; il vouloit montrer l'or suspendu dans les fleuves, dispersé dans les sables, ou caché dans les mines, et se dérobant partout à la cupidité qui le poursuit; il vouloit adresser un discours éloquent aux nations sur la nécessité de chercher les richesses, non dans des cavernes profondes, mais sur tant de plaines incultes, qui, livrées au laboureur, produiroient à jamais l'abondance et la santé.

Quelquefois M. de Buffon montre dans son talent une confiance qui est l'âme des grandes entreprises. *Voilà*, dit-il, *ce que j'apercevois par la vue de l'esprit;* et il ne trompe point, car cette vue seule lui a découvert des rapports que d'autres n'ont trouvés qu'à force de veilles et de travaux. Il avoit jugé que le diamant étoit inflammable, parce qu'il y avoit reconnu, comme dans les huiles, une réfraction puissante. Ce qu'il a conclu de ses remarques sur l'étendue des glaces australes, Cook l'a confirmé. Lorsqu'il comparoit la respiration à l'action d'un feu toujours agissant; lorsqu'il distinguoit deux espèces de chaleur, l'une lumineuse, et l'autre obscure; lorsque, mécontent du phlogistique de Stahl, il en formoit un à sa manière; lorsqu'il créoit un soufre; lorsque, pour expliquer la calcination et la réduction des métaux, il avoit recours à un agent composé de feu, d'air et de lumière; dans ces différentes théories, il faisoit tout ce qu'on peut attendre de l'esprit; il devançoit l'observation; il arrivoit au but sans avoir passé par les sentiers pénibles de l'expérience; c'est qu'il l'avoit vu d'en haut, et qu'il étoit descendu pour l'atteindre, tandis que d'autres ont à gravir long-temps pour y arriver.

Celui qui a terminé un long ouvrage se repose en y songeant. Ce fut en réfléchissant ainsi sur le grand édifice qui étoit sorti de ses mains, que M. de Buffon projeta d'en resserrer l'étendue dans des sommaires, où ses observations, rapprochées de ses principes, et mises en action, offriroient toute sa théorie dans un mouvant tableau. A cette vue il en joignit une autre. L'histoire de la nature lui parut devoir comprendre, non seulement tous les corps, mais aussi toutes les durées et tous les espaces. Par ce qui reste, il espéra qu'il joindroit le présent au passé, et que de ces deux points il se porteroit sûrement vers l'avenir. Il réduisit à cinq grands faits tous les phénomènes du mouvement et de la chaleur du globe; de toutes les substances minérales, il forma cinq monumens principaux; et, présent à tout, marchant d'une de ces bases vers l'autre, calculant leur ancienneté, mesurant leurs intervalles, il assigna aux révolutions leurs périodes, au monde ses âges, à la nature ses époques.

Qu'il est grand et vaste ce projet de montrer les traces des siècles empreintes depuis le sommet des plus hautes élévations du globe jusqu'au fond des abîmes, soit dans ces massifs que le temps a respectés, soit dans ces couches immenses, formées par les débris des animaux muets et voraces, qui pullulent si abondamment dans les mers, soit dans ces productions dont les eaux ont couvert les montagnes, soit dans ces dépouilles antiques de l'éléphant et de l'hippopotame que l'on trouve aujourd'hui sous des terres glacées, soit dans ces excavations profondes, où, parmi tant de métamorphoses, tant de compositions ébauchées, et tant de formes régulières, on prend l'idée de ce que peuvent le temps et le mouvement, et de ce que sont l'éternité et la toute-puissance!

Mille objections ont été faites contre cette composition hardie. Mais que leurs

auteurs disent si, lorsqu'ils affectent, par une critique aisée, d'en blâmer les détails, ils ne sont pas forcés à en admirer l'ensemble; si jamais des sujets plus grands ont fixé leur attention; si quelque part le génie a plus d'audace et d'abondance. J'oserai pourtant faire un reproche à M. de Buffon. Lorsqu'il peint la lune déjà refroidie, lorsqu'il menace la terre de la perte de sa chaleur et de la destruction de ses habitans; je demande si cette image lugubre et sombre, si cette fin de tout souvenir, de toute pensée, si cet éternel silence n'offrent pas quelque chose d'effrayant à l'esprit? Je demande si le désir des succès et des triomphes, si le dévouement à l'étude, si le zèle du patriotisme, si la vertu même, qui s'appuie si souvent sur l'amour de la gloire, si toutes ces passions, dont les vœux sont sans limites, n'ont pas besoin d'un avenir sans bornes? Croyons plutôt que les grands noms ne périront jamais; et quels que soient nos plans, ne touchons point aux illusions de l'espérance, sans lesquelles que resteroit-il, hélas! à la triste humanité?

Pendant que M. de Buffon voyoit chaque jour à Paris sa réputation s'accroître, un savant méditoit à Upsal le projet d'une révolution dans l'étude de la nature. Ce savant avoit toutes les qualités nécessaires au succès des grands travaux. Il dévoua tous ses momens à l'observation; l'examen de vingt mille individus suffit à peine à son activité. Il se servit, pour les classer, de méthodes qu'il avoit inventées; pour les décrire, d'une langue qui étoit son ouvrage; pour les nommer, de mots qu'il avoit fait revivre, ou que lui-même avoit formés. Ses termes furent jugés bizarres; on trouva que son idiome étoit rude; mais il étonna par la précision de ses phrases; il rangea tous les êtres sous une loi nouvelle. Plein d'enthousiasme, il sembloit qu'il eût un culte à établir, et qu'il en fût le prophète. La première de ses formules fut à Dieu, qu'il salua comme le père de la nature. Les suivantes sont aux élémens, à l'homme, aux autres êtres; et chacune d'elles est une énigme d'un grand sens, pour qui veut l'approfondir. Avec tant de savoir et de caractère, Linné s'empara de l'enseignement dans les écoles; il eut les succès d'un grand professeur; M. de Buffon a eu ceux d'un grand philosophe. Plus généreux, Linné auroit trouvé, dans les ouvrages de M. de Buffon, des passages dignes d'être substitués à ceux de Sénèque, dont il a décoré les frontispices de ses divisions. Plus juste, M. de Buffon auroit profité des recherches de ce savant laborieux. Ils vécurent ennemis, parce que chacun d'eux regarda l'autre comme pouvant porter quelque atteinte à sa gloire. Aujourd'hui que l'on voit combien ces craintes étoient vaines, qu'il me soit permis, à moi, leur admirateur et leur panégyriste, de rapprocher, de réconcilier ici leurs noms, sûr qu'ils ne me désavoueroient pas eux-mêmes, s'ils pouvoient être rendus au siècle qui les regrette et qu'ils ont tant illustré.

Pour trouver des modèles auxquels M. de Buffon ressemble, c'est parmi les anciens qu'il faut les chercher. Platon, Aristote, et Pline, voilà les hommes auxquels il faut qu'on le compare. Lorsqu'il traite des facultés de l'âme, de la vie, de ses élémens, et des moules qui les forment, brillant, élevé, mais subtil, c'est Platon dissertant à l'Académie; lorsqu'il recherche quels sont les phénomènes des animaux, fécond, mais exact, c'est Aristote enseignant au Lycée; lorsqu'on lit ses discours, c'est Pline écrivant ses éloquens préambules. Aristote a parlé des animaux avec l'élégante simplicité que les Grecs ont portée dans toutes les productions de l'esprit. Sa vue ne se borna point à la surface, elle pénétra dans l'intérieur, où il examina les organes. Aussi ce ne sont point les individus, mais les propriétés générales des êtres qu'il considère. Ses nombreuses observations ne se montrent point comme des détails; elles lui servent toujours de preuve ou d'exemple. Ses caractères sont évidens, ses divisions sont naturelles, son style est serré, son discours est plein; avant lui, nulle règle n'étoit tracée; après lui, nulle méthode n'a surpassé la sienne; on a fait plus, mais on n'a pas fait mieux; et le précepteur d'Alexandre sera long-temps encore celui de la postérité. Pline suivit un autre plan, et mérita d'autres louanges; comme tous les orateurs et les poëtes latins, il rechercha les ornemens et la pompe dans le discours. Ses écrits contiennent, non l'examen, mais le récit de ce que l'on savoit de son temps. Il traite de toutes les substances, il révèle tous les secrets des arts; tout y est indiqué, sans que rien y soit approfondi : aussi l'on en tire souvent des citations, et jamais des principes. Les erreurs que l'on y trouve ne sont point à lui; il ne les adopte point, il les raconte; mais les véritables beautés, qui sont celles du style, lui appartiennent. Ce sont au reste moins les mœurs des animaux que celles des Romains qu'il expose. Vertueux ami de Titus mais effrayé par les

règnes de Tibère et de Néron, une teinte de mélancolie se mêle à ses tableaux; chacun de ses livres reproche à la nature le malheur de l'homme, et partout il respire, comme Tacite, la crainte et l'horreur des tyrans. M. de Buffon, qui a vécu dans des temps calmes, regarde au contraire la vie comme un bienfait; il applique aussi les vérités physiques à la morale, mais c'est toujours pour consoler; il est orné comme Pline; mais, comme Aristote, il recherche, il invente; souvent il va de l'effet à la cause, ce qui est la marche de la science, et il place l'homme au centre de ses descriptions. Il parle d'Aristote avec respect, de Platon avec étonnement, de Pline avec éloge; les moindres passages d'Aristote lui paroissent dignes de son attention; il en examine le sens, il les discute, il s'honore d'en être l'interprète et le commentateur. Il traite Pline avec moins de ménagement; il le critique avec moins d'égards. Platon, Aristote, et Buffon, n'ont point, comme Pline, recueilli les opinions des autres; ils ont répandu les leurs. Platon et Aristote ont imaginé, comme le philosophe françois, sur les mouvemens des cieux et sur la reproduction des êtres, des systèmes qui ont dominé longtemps. Ceux de M. de Buffon ont fait moins de fortune, parce qu'ils ont paru dans un siècle plus éclairé. Si l'on compare Aristote à Pline, on voit combien la Grèce étoit plus savante que l'Italie : en lisant M. de Buffon, l'on apprend tout ce que les connoissances physiques ont fait de progrès parmi nous; ils ont tous excellé dans l'art de penser et dans l'art d'écrire. Les Athéniens écoutoient Platon avec délices; Aristote dicta des lois à tout l'empire des lettres; rival de Quintilien, Pline écrivit sur la grammaire et sur les talens de l'orateur. M. de Buffon vous offrit, messieurs, à la fois le précepte et l'exemple. On cherchera dans ses écrits les richesses de notre langage, comme nous étudions dans Pline celles de la langue des Romains. Les savans, les professeurs étudient Aristote; les philosophes, les théologiens lisent Platon; les orateurs, les historiens, les curieux, les gens du monde préfèrent Pline. La lecture des écrits de M. de Buffon convient à tous; seul, il vaut mieux que Pline; avec M. Daubenton, son illustre compétiteur, il a été plus loin qu'Aristote. Heureux accord de deux âmes dont l'union a fait la force, et dont les trésors étoient communs; rare assemblage de toutes les qualités requises pour observer, décrire, et peindre la nature; phénomène honorable aux lettres, dont les siècles passés n'offrent point d'exemple, et dont il faut que les hommes gardent longtemps le souvenir.

S'il m'étoit permis de suivre ici M. de Buffon dans la carrière des sciences physiques, nous l'y retrouverions avec cet amour du grand qui le distingue. Pour estimer la force et la durée du bois, il a soumis des forêts entières à ses recherches. Pour obtenir des résultats nouveaux sur les progrès de la chaleur, il a placé d'énormes globes de métal dans des fourneaux immenses. Pour résoudre quelques problèmes sur l'action du feu, il a opéré sur des torrens de flamme et de fumée. Il s'est appliqué à la solution des questions les plus importantes à la fonte des grandes pièces d'artillerie; disons aussi qu'il s'est efforcé de donner plus de perfection aux fers de charrue, travail vraiment digne que la philosophie le consacre à l'humanité. Enfin, en réunissant les foyers de plusieurs miroirs en un seul, il a inventé l'art qu'employèrent Procul et Archimède pour embraser au loin des vaisseaux. On doit surtout le louer de n'avoir pas, comme Descartes, refusé d'y croire. Tout ce qui étoit grand et beau lui paroissoit devoir être tenté, et il n'y avoit d'impossible pour lui que les petites entreprises et les travaux obscurs, qui sont sans gloire comme sans obstacles.

M. de Buffon fut grand dans l'aveu de ses fautes; il les a relevées dans ses supplémens avec autant de modestie que de franchise, et il a montré par là tout ce que pouvoit sur lui la force de la vérité.

Il s'étoit permis de plaisanter sur une lettre dont il ignoroit alors que M. de Voltaire fût l'auteur. Aussitôt qu'il l'eut appris, il déclara qu'il regrettoit d'avoir traité légèrement une des productions de ce grand homme; et il joignit à cette conduite généreuse un procédé délicat, en répondant avec beaucoup d'étendue aux foibles objections de M. de Voltaire, que les naturalistes n'ont pas mêmes jugées dignes de trouver place dans leurs écrits.

Pour savoir tout ce que vaut M. de Buffon, il faut, messieurs, l'avoir lu tout entier. Pourrois-je ne pas vous le rappeler encore lorsque dans sa réponse à M. de la Condamine, il le peignit voyageant *sur ces monts sourcilleux que couvrent des glaces éternelles, dans ces vastes solitudes, où la nature, accoutumée au plus profond silence,*

dut être étonnée de s'entendre interroger pour la première fois! L'auditoire fut frappé de cette grande image, et demeura pendant quelques instans dans le recueillement avant que d'applaudir.

Si, après avoir admiré M. de Buffon dans toutes les parties de ses ouvrages, nous comparions les grands écrivains dont notre siècle s'honore, avec ceux par qui les siècles précédens furent illustrés, nous verrions comment la culture des sciences a influé sur l'art oratoire, en lui fournissant des objets et des moyens nouveaux. Ce qui distingue les écrivains philosophes, parmi lesquels celui que nous regrettons s'est acquis tant de gloire, c'est qu'ils ont trouvé, dans la nature même, des sujets dont les beautés seront éternelles; c'est qu'ils n'ont montré les progrès de l'esprit que par ceux de la raison, qu'ils ne se sont servis de l'imagination qu'autant qu'il falloit pour donner des charmes à l'étude; c'est qu'avançant toujours et se perfectionnant sans cesse, on ne sait ni à quelle hauteur s'élèveront leurs pensées, ni quels espaces embrassera leur vue, ni quels effets produiront un jour la découverte de tant de vérités et l'abjuration de tant d'erreurs.

Pour suffire à d'aussi grands travaux, il a fallu de grands talens, de longues années, et beaucoup de repos. A Montbard, au milieu d'un jardin orné, s'élève une tour antique: c'est là que M. de Buffon a écrit l'histoire de la nature; c'est de là que sa renommée s'est répandue dans l'univers. Il y venoit au lever du soleil, et nul importun n'avoit le droit de l'y troubler. Le calme du matin, les premiers chants des oiseaux, l'aspect varié des campagnes, tout ce qui frappoit ses sens, le rappeloit à son modèle. Libre, indépendant, il erroit dans les allées; il précipitoit, il modéroit, il suspendoit sa marche, tantôt la tête vers le ciel, dans le mouvement de l'inspiration et satisfait de sa pensée; tantôt recueilli, cherchant, ne trouvant pas, ou prêt à produire; il écrivoit, il effaçoit, il écrivoit de nouveau pour effacer encore; rassemblant, accordant avec le même soin, le même goût, le même art, toutes les parties du discours, il le prononçoit à diverses reprises, se corrigeant à chaque fois; et content enfin de ses efforts, il le déclamoit de nouveau pour lui-même, pour son plaisir, et comme pour se dédommager de ses peines. Tant de fois répétée, sa belle prose, comme de beaux vers, se gravoit dans sa mémoire; il la récitoit à ses amis; il les engageoit à la lire eux-mêmes à haute voix en sa présence; alors il l'écoutoit en juge sévère, et il la travailloit sans relâche, voulant s'élever à la perfection que l'écrivain impatient ne pourra jamais atteindre.

Ce que je peins foiblement, plusieurs en ont été témoins. Une belle physionomie, des cheveux blancs, des attitudes nobles rendoient ce spectacle imposant et magnifique; car s'il y a quelque chose au dessus des productions du génie, ce ne peut être que le génie lui-même, lorsqu'il compose, lorsqu'il crée, et que dans ses mouvemens sublimes il se rapproche, autant qu'il se peut, de la Divinité.

Voilà bien des titres de gloire. Quand ils seroient tous anéantis, M. de Buffon ne demeureroit pas sans éloge. Parmi les monumens dont la capitale s'honore, il en est un que la munificence des rois consacre à la nature, où les productions de tous les règnes sont réunies, où les minéraux de la Suède et ceux du Potose, où le renne et l'éléphant, le pingoin et le kamichi sont étonnés de se trouver ensemble; c'est M. de Buffon qui a fait ces miracles; c'est lui qui, riche des tributs offerts à sa renommée par les souverains, par les savans, par tous les naturalistes du monde, porta ces offrandes dans les cabinets confiés à ses soins. Il y avoit trouvé les plantes que Tournefort et Vaillant avoient recueillies et conservées; mais aujourd'hui ce que les fouilles les plus profondes et les voyages les plus étendus ont découvert de plus curieux et de plus rare s'y montre rangé dans un petit espace. L'on y remarque surtout ces peuples de quadrupèdes et d'oiseaux qu'il a si bien peints; et se rappelant comment il en a parlé, chacun les considère avec un plaisir mêlé de reconnoissance. Tout est plein de lui dans ce temple, où il assista, pour ainsi dire, à son apothéose; à l'entrée, sa statue, que lui seul fut étonné d'y voir, atteste la vénération de sa patrie, qui, tant de fois injuste envers ses grands hommes, ne laissa pour la gloire de M. de Buffon rien à faire à la postérité.

La même magnificence se déploie dans les jardins. L'école, l'amphithéâtre, les serres, les végétaux, l'enceinte elle-même, tout y est renouvelé, tout s'y est étendu, tout y porte l'empreinte de ce grand caractère, qui, repoussant les limites, ne se plut jamais que dans les grands espaces et au milieu des grandes conceptions. Des collines, des vallées artificielles, des terrains de diverse nature, des chaleurs de tous les degrés y servent à la culture des plantes de tous les pays. Tant

de richesse et de variété rappellent l'idée de ces monts fameux de l'Asie, dont la cime est glacée, tandis que les vallons situés à leur base sont brûlans, et sur lesquels les températures et les productions de tous les climats sont rassemblées.

Une mort douloureuse et lente a terminé cette belle vie. A de grandes souffrances M. de Buffon opposa un grand courage. Pendant de longues insomnies, il se félicitoit d'avoir conservé cette force de tête, qui, après avoir été la source de ses inspirations, l'entretenoit encore des grands objets de la nature. Il vécut tout entier jusqu'au moment où nous le perdîmes. Vous vous souvenez, messieurs, de la pompe de ses funérailles; vous y avez assisté avec les députés des autres académies, avec tous les amis des lettres et des arts, avec ce cortége innombrable de personnes de tous les rangs, de tous les états, qui suivoient en deuil, au milieu d'une foule immense et consternée. Un murmure de louanges et de regrets rompoit quelquefois le silence de l'assemblée. Le temple vers lequel on marchoit ne put contenir cette nombreuse famille d'un grand homme. Les portiques, les avenues demeurèrent remplis; et tandis que l'on chantoit l'hymne funèbre, ces discours, ces regrets, ces épanchemens de tous les cœurs ne furent point interrompus. Enfin, en se séparant, tristes de voir le siècle s'appauvrir, chacun formoit des vœux pour que tant de respects rendus au génie fissent germer de nouveaux talens, et préparassent une génération digne de succéder à celle dont on trouve parmi vous, messieurs, les titres et les exemples.

J'ai parlé des beautés du style et de l'étendue du savoir de M. de Buffon. Que ne peut s'élever ici, messieurs, pour peindre dignement ses qualités et ses vertus, et pour ajouter beaucoup à vos regrets, la voix des personnes respectables dont il s'étoit environné! que ne peut surtout se faire entendre la voix éloquente d'une vertueuse amie, dont les tendres consolations, dont les soins affectueux, elle me permettra de dire, dont les hommages ont suivi cet homme illustre jusqu'au tombeau! elle peindroit l'heureuse alliance de la bonté du cœur et de la simplicité du caractère avec toutes les puissances de l'esprit! elle peindroit la résignation d'un philosophe souffrant et mourant sans plainte et sans murmure! Cette excellente amie a été témoin de ses derniers efforts; elle a reçu ses derniers adieux; elle a recueilli ses dernières pensées. Qui mérita mieux qu'elle d'être dépositaire des dernières méditations du génie? Que ne peut encore s'élever ici la voix imposante d'un illustre ami de ce grand homme, de cet administrateur qui tantôt, dans la retraite, éclaire les peuples par ses ouvrages, et tantôt, dans l'activité du ministère, les rassure par sa présence et les conduit par sa sagesse! Des sentimens communs d'admiration, d'estime et d'amitié, rapprochoient ces trois âmes sublimes. Que de douceurs, que de charmes dans leur union! Étudier la nature et les hommes, les gouverner et les instruire, leur faire du bien et se cacher, exciter leur enthousiasme et leur amour; ce sont presque les mêmes soins, les mêmes pensées; ce sont des travaux et des vertus qui se ressemblent.

Avec quelle joie M. de Buffon auroit vu cet ami, ce grand ministre, rendu par le meilleur des rois aux vœux de tous, au moment où les représentans du plus généreux des peuples vont traiter la grande affaire du salut de l'état; à la veille de ces grands jours où doit s'opérer la régénération solennelle du corps politique; où de l'union, naîtront l'amour et la force; où le père de la patrie recueillera ces fruits si doux de sa bienfaisance, de sa modération et de sa justice; où son auguste compagne, mère sensible et tendre, si profondément occupée des soins qu'elle ne cesse de prodiguer à ses enfans, verra se préparer pour eux, avec la prospérité commune, la gloire et le bonheur! Dans cette époque, la plus intéressante de notre histoire, qui peindra Louis XVI protégeant la liberté près de son trône, comme il l'a défendue au delà des mers; se plaisant à s'entourer de ses sujets; chef d'une nation éclairée, et régnant sur un peuple de citoyens; roi par la naissance, mais de plus, par la bonté de son cœur et par sa sagesse, le bienfaiteur de ses peuples et le restaurateur de ses états?

Qu'il m'est doux, messieurs, de pouvoir réunir tant de justes hommages à celui de la reconnoissance que je vous dois! L'Académie Françoise fondée par un roi qui fut lui-même un grand homme, forme une république riche de tant de moissons de gloire, fameuse par tant de conquêtes, et si célèbre par vos propres travaux, que peu de personnes sont dignes d'être admises à partager avec vous un héritage transmis par tant d'aïeux illustres; mais voulant embrasser, dans toute son étendue, le champ de la pensée, vous appelez à vous des colonies composées d'hommes laborieux dont vous

éclairez le zèle, dont vous dirigez les travaux, et parmi lesquels j'ai osé former le vœu d'être placé. Ils vous apportent ce que le langage des sciences et des arts contient d'utile aux progrès des lettres; et ce concert de tant de voix, dont chacune révèle quelques-uns des secrets du grand art qui préside à la culture de l'esprit, est un des plus beaux monumens que notre siècle puisse offrir à l'admiration de la postérité.

DISCOURS ACADÉMIQUES.

DISCOURS

PRONONCÉ A L'ACADÉMIE FRANÇOISE PAR M. DE BUFFON LE JOUR DE SA RÉCEPTION.

M. de Buffon ayant été élu par MM. de l'Académie Françoise, à la place de feu M. l'archevêque de Sens, y vint prendre séance le samedi 25 août 1753, et prononça le discours qui suit:

Messieurs,

Vous m'avez comblé d'honneur en m'appelant à vous; mais la gloire n'est un bien qu'autant qu'on en est digne, et je ne me persuade pas que quelques essais écrits sans art et sans autre ornement que celui de la nature soient des titres suffisans pour oser prendre place parmi les maîtres de l'art, parmi les hommes éminens qui représentent ici la splendeur littéraire de la France, et dont les noms célébrés aujourd'hui par la voix des nations retentiront encore avec éclat dans la bouche de nos derniers neveux. Vous avez eu, messieurs, d'autres motifs en jetant les yeux sur moi; vous avez voulu donner à l'illustre compagnie [1] à laquelle j'ai l'honneur d'appartenir depuis long-temps, une nouvelle marque de considération : ma reconnoissance, quoique partagée, n'en sera pas moins vive. Mais comment satisfaire au devoir qu'elle m'impose en ce jour ? Je n'ai, messieurs, à vous offrir que votre propre bien : ce sont quelques idées sur le style que j'ai puisées dans vos ouvrages; c'est en vous lisant, c'est en vous admirant qu'elles ont été conçues; c'est en les soumettant à vos lumières qu'elles se produiront avec quelque succès.

Il s'est trouvé dans tous les temps des hommes qui ont su commander aux autres par la puissance de la parole. Ce n'est néanmoins que dans les siècles éclairés que l'on a bien écrit et bien parlé. La véritable éloquence suppose l'exercice du génie et la culture de l'esprit. Elle est bien différente de cette facilité naturelle de parler qui n'est qu'un talent, une qualité accordée à tous ceux dont les passions sont fortes, les organes souples et l'imagination prompte. Ces hommes sentent vivement, s'affectent de même, le marquent fortement au dehors; et, par une impression purement mécanique, ils transmettent aux autres leur enthousiasme et leurs affections. C'est le corps qui parle au corps; tous les mouvemens, tous les signes, concourent et servent également. Que faut-il pour émouvoir la multitude et l'entraîner ? que faut-il pour ébranler la plupart même des autres hommes et les persuader ? Un ton véhément et pathétique, des gestes expressifs et fréquens, des paroles rapides et sonnantes. Mais pour le petit nombre de ceux dont la tête est ferme, le goût délicat, et le sens exquis, et qui, comme vous, messieurs, comptent pour peu le ton, les gestes et le vain son des mots, il faut des choses, des pensées, des raisons; il faut savoir les présenter, les nuancer, les ordonner : il ne suffit pas de frapper l'oreille et d'occuper les yeux; il faut agir sur l'âme, et toucher le cœur en parlant à l'esprit.

Le style n'est que l'ordre et le mouvement qu'on met dans ses pensées. Si on les enchaîne étroitement, si on les serre, le style devient ferme, nerveux et concis; si on les laisse se succéder lentement, et ne se joindre qu'à la faveur des mots, quelque élégans qu'ils soient, le style sera diffus, lâche et traînant.

Mais, avant de chercher l'ordre dans lequel on présentera ses pensées, il faut s'en être fait un autre plus général et plus fixe,

1. L'Académie royale des Sciences. M. de Buffon y avoit été reçu en 1733, dans la classe de mécanique.

où ne doivent entrer que les premières vues et les principales idées : c'est en marquant leur place sur ce premier plan qu'un sujet sera circonscrit, et que l'on en connoîtra l'étendue; c'est en se rappelant sans cesse ces premiers linéamens qu'on déterminera les justes intervalles qui séparent les idées principales, et qu'il naîtra des idées accessoires et moyennes, qui serviront à les remplir. Par la force du génie, on se représentera toutes les idées générales et particulières sous leur véritable point de vue; par une grande finesse de discernement, on distinguera les pensées stériles des idées fécondes; par la sagacité que donne la grande habitude d'écrire, on sentira d'avance quel sera le produit de toutes ces opérations de l'esprit. Pour peu que le sujet soit vaste ou compliqué, il est bien rare qu'on puisse l'embrasser d'un coup d'œil, ou le pénétrer en entier d'un seul et premier effort de génie; et il est rare encore qu'après bien des réflexions on en saisisse tous les rapports. On ne peut donc trop s'en occuper; c'est même le seul moyen d'affermir, d'étendre et d'élever ses pensées : plus on leur donnera de substance et de force par la méditation, plus il sera facile ensuite de les réaliser par l'expression.

Ce plan n'est pas encore le style, mais il en est la base; il le soutient, il le dirige, il règle son mouvement et le soumet à des lois : sans cela, le meilleur écrivain s'égare; sa plume marche sans guide, et jette à l'aventure des traits irréguliers et des figures discordantes. Quelque brillantes que soient les couleurs qu'il emploie, quelques beautés qu'il sème dans les détails, comme l'ensemble choquera, ou ne se fera pas assez sentir, l'ouvrage ne sera point construit; et, en admirant l'esprit de l'auteur, on pourra soupçonner qu'il manque de génie. C'est par cette raison que ceux qui écrivent comme ils parlent, quoiqu'ils parlent très-bien, écrivent mal; que ceux qui s'abandonnent au premier feu de leur imagination prennent un ton qu'ils ne peuvent soutenir; que ceux qui craignent de perdre des pensées isolées, fugitives, et qui écrivent en différens temps des morceaux détachés, ne les réunissent jamais sans transitions forcées; qu'en un mot il y a tant d'ouvrages faits de pièces de rapport, et si peu qui soient fondus d'un seul jet.

Cependant tout sujet est un; et, quelque vaste qu'il soit, il peut être renfermé dans un seul discours. Les interruptions, les repos, les sections, ne devroient être d'usage que quand on traite des sujets différens, ou lorsqu'ayant à parler de choses grandes, épineuses et disparates, la marche du génie se trouve interrompue par la multiplicité des obstacles, et contrainte par la nécessité des circonstances [1] : autrement le grand nombre de divisions, loin de rendre un ouvrage plus solide, en détruit l'assemblage; le livre paroît plus clair aux yeux, mais le dessein de l'auteur demeure obscur; il ne peut faire impression sur l'esprit du lecteur; il ne peut même se faire sentir que par la continuité du fil, par la dépendance harmonique des idées, par un développement successif, une gradation soutenue, un mouvement uniforme que toute interruption détruit ou fait languir.

Pourquoi les ouvrages de la nature sont-ils si parfaits? c'est que chaque ouvrage est un tout, et qu'elle travaille sur un plan éternel dont elle ne s'écarte jamais; elle prépare en silence les germes de ses productions; elle ébauche, par un acte unique, la forme primitive de tout être vivant; elle la développe, elle la perfectionne par un mouvement continu et dans un temps prescrit. L'ouvrage étonne; mais c'est l'empreinte divine dont il porte les traits qui doit nous frapper. L'esprit humain ne peut rien créer; il ne produira qu'après avoir été fécondé par l'expérience et la méditation; ses connoissances sont les germes de ses productions : mais s'il imite la nature dans sa marche et dans son travail, s'il s'élève par la contemplation aux vérités les plus sublimes, s'il les réunit, s'il les enchaîne, s'il en forme un tout, un système par la réflexion, il établira sur des fondemens inébranlables des monumens immortels.

C'est faute de plan, c'est pour n'avoir pas assez réfléchi sur son objet, qu'un homme d'esprit se trouve embarrassé, et ne sait par où commencer à écrire. Il aperçoit à la fois un grand nombre d'idées; et comme il ne les a ni comparées ni subordonnées, rien ne le détermine à préférer les unes aux autres; il demeure donc dans la perplexité : mais lorsqu'il se sera fait un plan, lorsqu'une fois il aura rassemblé et mis en ordre toutes les pensées essentielles à son sujet, il s'apercevra aisément de l'instant auquel il doit prendre la plume; il sentira le point de maturité de la production de l'esprit, il sera pressé de la faire éclore, il n'aura même que du plaisir à écrire : les idées se succéderont

1. Dans ce que j'ai dit ici, j'avois en vue le livre de *l'Esprit des Lois*; ouvrage excellent pour le fond, et auquel on n'a pu faire d'autre reproche que celui des sections trop fréquentes.

aisément, et le style sera naturel et facile; la chaleur naîtra de ce plaisir, se répandra partout et donnera la vie à chaque expression; tout s'animera de plus en plus, le ton s'élèvera, les objets prendront de la couleur; et le sentiment, se joignant à la lumière, l'augmentera, la portera plus loin, la fera passer de ce que l'on a dit à ce que l'on va dire, et le style deviendra intéressant et lumineux.

Rien ne s'oppose plus à la chaleur que le désir de mettre partout des traits saillans; rien n'est plus contraire à la lumière, qui doit faire un corps et se répandre uniformément dans un écrit, que ces étincelles qu'on ne tire que par force en choquant les mots les uns contre les autres, et qui ne nous éblouissent pendant quelques instans que pour nous laisser ensuite dans les ténèbres. Ce sont des pensées qui ne brillent que par l'opposition; l'on ne présente qu'un côté de l'objet; on met dans l'ombre toutes les autres faces; et ordinairement ce côté qu'on choisit est une pointe, un angle sur lequel on fait jouer l'esprit avec d'autant plus de facilité qu'on l'éloigne davantage des grandes faces sous lesquelles le bon sens a coutume de considérer les choses.

Rien n'est encore plus opposé à la véritable éloquence que l'emploi de ces pensées fines, et la recherche de ces idées légères, déliées, sans consistance, et qui, comme la feuille du métal battu, ne prennent de l'éclat qu'en perdant de la solidité. Ainsi plus on mettra de cet esprit mince et brillant dans un écrit, moins il aura de nerf, de lumière, de chaleur et de style; à moins que cet esprit ne soit lui-même le fond du sujet, et que l'écrivain n'ait pas eu d'autre objet que la plaisanterie : alors l'art de dire de petites choses devient peut-être plus difficile que l'art d'en dire de grandes.

Rien n'est plus opposé au beau naturel que la peine qu'on se donne pour exprimer des choses ordinaires ou communes d'une manière singulière ou pompeuse; rien ne dégrade plus l'écrivain. Loin de l'admirer, on le plaint d'avoir passé tant de temps à faire de nouvelles combinaisons de syllabes, pour ne dire que ce que tout le monde dit. Ce défaut est celui des esprits cultivés, mais stériles : ils ont des mots en abondance, point d'idées; ils travaillent donc sur les mots, et s'imaginent avoir combiné des idées parce qu'ils ont arrangé des phrases, et avoir épuré le langage quand ils l'ont corrompu en détournant les acceptions. Ces écrivains n'ont point de style, ou, si l'on veut, ils n'en ont que l'ombre. Le style doit graver des pensées; ils ne savent que tracer des paroles.

Pour bien écrire, il faut donc posséder pleinement son sujet, il faut y réfléchir assez pour voir clairement l'ordre de ses pensées, et en former une suite, une chaîne continue, dont chaque point représente une idée; et lorsqu'on aura pris la plume, il faudra la conduire successivement sur ce premier trait, sans lui permettre de s'en écarter, sans l'appuyer trop inégalement, sans lui donner d'autre mouvement que celui qui sera déterminé par l'espace qu'elle doit parcourir. C'est en cela que consiste la sévérité du style; c'est aussi ce qui en fera l'unité et ce qui en réglera la rapidité; et cela seul aussi suffira pour le rendre précis et simple, égal et clair, vif et suivi. A cette première règle dictée par le génie si l'on joint de la délicatesse et du goût, du scrupule sur le choix des expressions, de l'attention à ne nommer les choses que par les termes les plus généraux, le style aura de la noblesse. Si l'on y joint encore de la défiance pour son premier mouvement, du mépris pour tout ce qui n'est que brillant, et une répugnance constante pour l'équivoque et la plaisanterie, le style aura de la gravité, il aura même de la majesté. Enfin, si l'on écrit comme l'on pense, si l'on est convaincu de ce que l'on veut persuader, cette bonne foi avec soi-même, qui fait la bienséance pour les autres, et la vérité du style, lui fera produire tout son effet, pourvu que cette persuasion intérieure ne se marque pas par un enthousiasme trop fort, et qu'il y ait partout plus de candeur que de confiance, plus de raison que de chaleur.

C'est ainsi, messieurs, qu'il me sembloit, en vous lisant, que vous me parliez, que vous m'instruisiez. Mon âme, qui recueilloit avec avidité ces oracles de la sagesse, vouloit prendre l'essor et s'élever jusqu'à vous : vains efforts! Les règles, disiez-vous encore, ne peuvent suppléer au génie; s'il manque, elles seront inutiles. Bien écrire, c'est tout à la fois bien penser, bien sentir et bien rendre; c'est avoir en même temps de l'esprit, de l'âme et du goût. Le style suppose la réunion et l'exercice de toutes les facultés intellectuelles : les idées seules forment le fond du style, l'harmonie des paroles n'en est que l'accessoire, et ne dépend que de la sensibilité des organes. Il suffit d'avoir un peu d'oreille pour éviter les dissonances; de l'avoir exercée, perfectionnée par la lecture des poëtes et des

orateurs, pour que mécaniquement on soit porté à l'imitation de la cadence poétique et des tours oratoires. Or jamais l'imitation n'a rien créé : aussi cette harmonie des mots ne fait ni le fond ni le ton du style, et se trouve souvent dans des écrits vides d'idées.

Le ton n'est que la convenance du style à la nature du sujet; il ne doit jamais être forcé; il naîtra naturellement du fond même de la chose, et dépendra beaucoup du point de généralité auquel on aura porté ses pensées. Si l'on s'est élevé aux idées les plus générales, et si l'objet en lui-même est grand, le ton paroîtra s'élever à la même hauteur; et si, en le soutenant à cette élévation, le génie fournit assez pour donner à chaque objet une forte lumière, si l'on peut ajouter la beauté du coloris à l'énergie du dessin, si l'on peut, en un mot, représenter chaque idée par une image vive et bien terminée, et former de chaque suite d'idées un tableau harmonieux et mouvant, le ton sera non seulement élevé, mais sublime.

Ici, messieurs, l'application feroit plus que la règle; les exemples instruiroient mieux que les préceptes : mais il ne m'est pas permis de citer les morceaux sublimes qui m'ont si souvent transporté en lisant vos ouvrages, je suis contraint de me borner à des réflexions. Les ouvrages bien écrits seront les seuls qui passeront à la postérité. La quantité des connoissances, la singularité des faits, la nouveauté même des découvertes, ne sont pas de sûrs garans de l'immortalité; si les ouvrages qui les contiennent ne roulent que sur de petits objets, s'ils sont écrits sans goût, sans noblesse et sans génie, ils périront, parce que les connoissances, les faits et les découvertes s'enlèvent aisément, se transportent, et gagnent même à être mis en œuvre par des mains plus habiles. Ces choses sont hors de l'homme; le style est de l'homme même. Le style ne peut donc ni s'enlever, ni se transporter, ni s'altérer : s'il est élevé, noble, sublime, l'auteur sera également admiré dans tous les temps; car il n'y a que la vérité qui soit durable et même éternelle. Or un beau style n'est tel en effet que par le nombre infini des vérités qu'il présente. Toutes les beautés intellectuelles qui s'y trouvent, tous les rapports dont il est composé, sont autant de vérités aussi utiles et peut-être plus précieuses pour l'esprit humain que celles qui peuvent faire le fond du sujet.

Le sublime ne peut se trouver que dans les grands sujets. La poésie, l'histoire et la philosophie, ont toutes le même objet, et un très-grand objet, l'homme et la nature. La philosophie décrit et dépeint la nature; la poésie la peint et l'embellit; elle peint aussi les hommes, elle les agrandit; elle les exagère; elle crée les héros et les dieux : l'histoire ne peint que l'homme, et le peint tel qu'il est; ainsi le ton de l'historien ne deviendra sublime que quand il fera le portrait des plus grands hommes, quand il exposera les plus grandes actions, les plus grands mouvemens, les plus grandes révolutions, et partout ailleurs il suffira qu'il soit majestueux et grave. Le ton du philosophe pourra devenir sublime toutes les fois qu'il parlera des lois de la nature, des êtres en général, de l'espace, de la matière, du mouvement et du temps, de l'âme, de l'esprit humain, des sentimens, des passions : dans le reste, il suffira qu'il soit noble et élevé. Mais le ton de l'orateur et du poëte, dès que le sujet est grand, doit toujours être sublime, parce qu'ils sont les maîtres de joindre à la grandeur de leur sujet autant de couleur, autant de mouvement, autant d'illusion qu'il leur plaît, et que, devant toujours peindre et toujours agrandir les objets, ils doivent aussi partout employer toute la force et déployer toute l'étendue de leur génie.

ADRESSE

A MESSIEURS DE L'ACADÉMIE FRANÇOISE.

Que de grands objets, messieurs, frappent ici mes yeux! et quel style et quel ton faudroit-il employer pour les peindre et les représenter dignement! L'élite des hommes est assemblée; la Sagesse est à leur tête. La Gloire, assise au milieu d'eux, répand ses rayons sur chacun, et les couvre tous d'un éclat toujours le même et toujours renaissant. Des traits d'une lumière plus vive encore partent de sa couronne immortelle, et vont se réunir sur le front auguste du plus puissant et du meilleur des rois [1]. Je le vois, ce héros, ce prince adorable, ce maître si cher. Quelle noblesse dans tous ses traits! que de majesté dans toute sa personne! que d'âme et de douceur naturelle dans ses regards! il les tourne vers vous, messieurs, et vous brillez d'un nouveau feu; une ardeur plus vive vous embrase; j'entends déjà vos divins accents et les accords de vos voix; vous les réunissez

1. Louis XV, le Bien-Aimé.

pour célébrer ses vertus, pour chanter ses victoires, pour applaudir à notre bonheur; vous les réunissez pour faire éclater votre zèle, exprimer votre amour, et transmettre à la postérité des sentimens dignes de ce grand prince et de ses descendans. Quels concerts! ils pénètrent mon cœur; ils seront immortels comme le nom de Louis.

Dans le lointain, quelle autre scène de grands objets! le génie de la France qui parle à Richelieu, et lui dicte à la fois l'art d'éclairer les hommes et de faire régner les rois; la Justice et la Science qui conduisent Seguier, et l'élèvent de concert à la première place de leurs tribunaux; la Victoire qui s'avance à grands pas, et précède le char triomphal de nos rois, où Louis-le-Grand, assis sur des trophées, d'une main donne la paix aux nations vaincues, et de l'autre rassemble dans ce palais les muses dispersées. Et près de moi, messieurs, quel autre objet intéressant! la Religion en pleurs, qui vient emprunter l'organe de l'éloquence pour exprimer sa douleur, et semble m'accuser de suspendre trop long-temps vos regrets sur une perte que nous devons tous ressentir avec elle [1].

1. Celle de M. Languet de Gergy, archevêque de Sens, auquel j'ai succédé à l'Académie Françoise.

PROJET D'UNE RÉPONSE

A M. COETLOSQUET,

ANCIEN ÉVÊQUE DE LIMOGES,

Lors de sa réception à l'Académie Françoise [1].

Monsieur,

En vous témoignant la satisfaction que nous avons à vous recevoir, je ne ferai pas l'énumération de tous les droits que vous aviez à nos vœux. Il est un petit nombre d'hommes que les éloges font rougir, que la louange déconcerte, que la vérité même blesse, lorsqu'elle est trop flatteuse. Cette noble délicatesse, qui fait la bienséance du caractère, suppose la perfection de toutes les qualités intérieures. Une âme belle et sans tache, qui veut se conserver dans toute sa pureté, cherche moins à paroître qu'à se couvrir du voile de la modestie; jalouse de ses beautés qu'elle compte par le nombre de ses vertus, elle ne permet pas que le souffle impur des passions étrangères en ternisse le lustre; imbue de très-bonne heure des principes de la religion, elle en conserve avec le même soin les impressions sacrées : mais comme ces caractères divins sont gravés en traits de flamme, leur éclat perce et colore de son feu le voile qui nous les déroboit; alors il brille à tous les yeux et sans les offenser. Bien différent de l'éclat de la gloire, qui toujours nous frappe par éclairs, et souvent nous aveugle, celui de la vertu n'est qu'une lumière bienfaisante qui nous guide, qui nous éclaire, et dont les rayons nous vivifient.

Accoutumée à jouir en silence du bonheur attaché à l'exercice de la sagesse, occupée sans relâche à recueillir la rosée céleste de la grâce divine, qui seule nourrit la piété, cette âme vertueuse et modeste se suffit à elle-même : contente de son intérieur, elle a peine à se répandre au dehors; elle ne s'épanche que vers Dieu. La douceur et la paix, l'amour de ses devoirs, la remplissent, l'occupent tout entière; la charité seule a droit de l'émouvoir; mais alors son zèle, quoique ardent, est encore modeste; il ne s'annonce que par l'exemple; il porte l'empreinte du sentiment tendre qui le fit naître; c'est la vertu, seulement devenue plus active.

Tendre piété! vertu sublime! vous méri-

1. Cette réponse devoit être prononcée en 1760, le jour de la réception de M. l'évêque de Limoges à l'Académie Françoise; mais comme ce prélat se retira pour laisser passer deux hommes de lettres qui aspiroient en même temps à l'Académie, cette réponse n'a été ni prononcée ni imprimée.

tez tous nos respects; vous élevez l'homme au dessus de son être, vous l'approchez du Créateur, vous en faites sur la terre un habitant des cieux. Divine modestie! vous méritez tout notre amour; vous faites seule la gloire du sage, vous faites aussi la décence du saint état des ministres de l'autel: vous n'êtes point un sentiment acquis par le commerce des hommes; vous êtes un don du ciel, une grâce qu'il accorde en secret à quelques âmes privilégiées, pour rendre la vertu plus aimable; vous rendriez même, s'il étoit possible, le vice moins choquant. Mais jamais vous n'avez habité dans un cœur corrompu; la honte y a pris votre place : elle prend aussi vos traits lorsqu'elle veut sortir de ces replis obscurs où le crime l'a fait naître; elle couvre de votre voile sa confusion, sa bassesse. Sous ce lâche déguisement elle ose donc paroître : mais elle soutient mal la lumière du jour, elle a l'œil trouble et le regard louche; elle marche à pas obliques dans des routes souterraines où le soupçon la suit; et lorsqu'elle croit échapper à tous les yeux, un rayon de la vérité luit, il perce le nuage; l'illusion se dissipe, le prestige s'évanouit, le scandale seul reste, et l'on voit à nu toutes les difformités du vice grimaçant la vertu.

Mais détournons les yeux, n'achevons pas le portrait hideux de la noire hypocrisie; ne disons pas que, quand elle a perdu le masque de la honte, elle arbore le panache de l'orgueil, et qu'alors elle s'appelle impudence. Ces monstres odieux sont indignes de faire ici contraste dans le tableau des vertus; ils souilleroient nos pinceaux. Que la modestie, la piété, la modération, la sagesse, soient mes seuls objets et mes seuls modèles. Je les vois, ces nobles filles du ciel, sourire à ma prière; je les vois, chargées de tous leurs dons, s'avancer à ma voix, pour les réunir ici sur la même personne : et c'est de vous, monsieur, que je vais emprunter encore des traits vivans qui les caractérisent.

Au peu d'empressement que vous avez marqué pour les dignités, à la contrainte qu'il a fallu vous faire pour vous amener à la cour, à l'espèce de retraite dans laquelle vous continuez d'y vivre, au refus absolu que vous fîtes de l'archevêché de Tours, qui vous étoit offert, aux délais mêmes que vous avez mis à satisfaire les vœux de l'Académie, qui pourroit méconnoître cette modestie pure que j'ai tâché de peindre? L'amour des peuples de votre diocèse, la tendresse paternelle qu'on vous connoît pour eux, les marques publiques qu'ils donnèrent de leur joie lorsque vous refusâtes de les quitter, et parûtes plus flatté de leur attachement que de l'éclat d'un siége plus élevé, les regrets universels qu'ils ne cessent de faire encore entendre, ne sont-ils pas les effets les plus évidens de la sagesse, de la modération, du zèle charitable, et ne supposent-ils pas le talent rare de concilier les hommes en les conduisant? talent qui ne peut s'acquérir que par une connoissance parfaite du cœur humain, et qui cependant paroît vous être naturel, puisqu'il s'est annoncé dès les premiers temps, lorsque, formé sous les yeux de M. le cardinal de La Rochefoucauld, vous eûtes sa confiance et celle de tout son diocèse; talent peut-être le plus nécessaire de tous pour le succès de l'éducation des princes; car ce n'est en effet qu'en se conciliant leur cœur que l'on peut le former.

Vous êtes maintenant à portée, monsieur, de le faire valoir, ce talent précieux; il peut devenir entre vos mains l'instrument du bonheur des hommes; nos jeunes princes sont destinés à être quelque jour leurs maîtres ou leurs modèles; ils font déjà l'amour de la nation; leur auguste père vous honore de toute sa confiance; sa tendresse, d'autant plus éclairée, qu'elle est plus vive et plus vraie, ne s'est point méprise : que faut-il de plus pour faire applaudir à son discernement, et pour justifier son choix? Il vous a préposé, monsieur, à cette éducation si chère, certain que ses augustes enfans vous aimeroient, puisque vous êtes universellement aimé.... Universellement aimé : à ce seul mot, que je ne crains point de répéter, vous sentez, monsieur, combien je pourrois étendre, élever mes éloges; mais je vous ai promis d'avance toute la discrétion que peut exiger la délicatesse de votre modestie. Je ne puis néanmoins vous quitter encore, ni passer sous silence un fait qui seul prouveroit tous les autres, et dont le simple récit a pénétré mon cœur; c'est ce triste et dernier devoir que, malgré la douleur qui déchiroit votre âme, vous rendîtes avec tant d'empressement et de courage à la mémoire de M. le cardinal de La Rochefoucauld. Il vous avoit donné les premières leçons de la sagesse; il avoit vu germer et croître vos vertus par l'exemple des siennes; il étoit, si j'ose m'exprimer ainsi, le père de votre âme : et vous, monsieur, vous aviez pour lui plus que l'amour d'un fils, une constance d'attachement qui ne fut jamais altérée, une reconnoissance si profonde, qu'au lieu

de diminuer avec le temps, elle a paru toujours s'augmenter pendant la vie de votre illustre ami, et que, plus vive encore après son décès, ne pouvant plus la contenir, vous la fîtes éclater en allant mêler vos larmes à celles de tout son diocèse, et prononcer son éloge funèbre, pour arracher au moins quelque chose à la mort en ressuscitant ses vertus.

Vous venez aussi, monsieur, de jeter des fleurs immortelles sur le tombeau du prélat auquel vous succédez. Quand on aime autant la vertu, on sait la reconnoître partout, et la louer sous toutes les faces qu'elle peut présenter. Unissons nos regrets à vos éloges.

. . . .

Le reste de ce discours manque, les circonstances ayant changé. M. l'ancien évêque de Limoges auroit même voulu qu'il fût supprimé en entier. J'ai fait ce que j'ai pu pour le satisfaire, mais l'ouvrage étant trop avancé, et les feuilles tirées jusqu'à la p. 16, je n'ai pu supprimer cette partie du discours, et je la laisse comme un hommage rendu à la piété, à la vertu, et à la vérité.

RÉPONSE A M. WATELET,

LE JOUR DE SA RÉCEPTION A L'ACADÉMIE FRANÇOISE, LE SAMEDI 19 JANVIER 1761.

Monsieur,

Si jamais il y eut dans une compagnie un deuil de cœur, général et sincère, c'est celui de ce jour. M. de Mirabaud, auquel vous succédez, monsieur, n'avoit ici que des amis, quelque digne qu'il fût d'y avoir des rivaux. Souffrez donc que le sentiment qui nous afflige paroisse le premier, et que les motifs de nos regrets précèdent les raisons qui peuvent nous consoler. M. de Mirabaud, votre confrère et votre ami, messieurs, a tenu, pendant près de vingt ans, la plume sous vos yeux. Il était plus qu'un membre de notre corps, il en étail le principal organe : occupé tout entier du service et de la gloire de l'Académie, il lui avoit consacré et ses jours et ses veilles; il étoit, dans votre cercle, le centre auquel se réunissoient vos lumières, qui ne perdoient rien de leur éclat en passant par sa plume. Connoissant par un si long usage toute l'utilité de sa place pour les progrès de vos travaux académiques, il n'a voulu la quitter, cette place qu'il remplissoit si bien, qu'après vous avoir désigné, messieurs, celui d'entre vous que vous avez jugé convenir le mieux [1], et qui joint à tous les talens de l'esprit cette droiture délicate qui va jusqu'au scrupule dès qu'il s'agit de remplir ses devoirs. M. de Mirabaud a joui lui-même de ce bien qu'il nous a fait; il a eu la satisfaction, pendant ses dernières années, de voir les premiers fruits de cet heureux choix. Le grand âge n'avoit point affaissé l'esprit; il n'avoit altéré ni ses sens, ni ses facultés intérieures : les tristes impressions du temps ne s'étoient marquées que par le dessèchement du corps. A quatre-vingt-six ans, M. de Mirabaud avoit encore le feu de la jeunesse et la sève de l'âge mûr, une gaieté vive et douce, une sérénité d'âme, une aménité de mœurs qui faisoient disparoître la vieillesse, ou ne la laissoient voir qu'avec cette espèce d'attendrissement qui suppose bien plus que du respect. Libre de passions, et sans autres liens que ceux de l'amitié, il étoit plus à ses amis qu'à lui-même : il a passé sa vie dans une société dont il faisoit les délices; société douce, quoique intime, que la mort seule a pu dissoudre.

Ses ouvrages portent l'empreinte de son caractère : plus un homme est honnête, et plus ses écrits lui ressemblent. M. de Mirabaud joignoit toujours le sentiment à l'esprit, et nous aimons à le lire comme nous aimions à l'entendre; mais il avoit si peu d'attachement pour ses productions, il craignoit si fort et le bruit et l'éclat, qu'il a sacrifié celles qui pouvoient le plus contribuer à sa gloire. Nulle prétention, malgré son mérite éminent; nul empressement à se faire valoir, nul penchant à parler de soi; nul désir, ni apparent ni caché, de se mettre au dessus des autres : ses propres talens n'étoient à

1. M. Duclos a succédé à M. de Mirabaud dans la place de secrétaire de l'Académie Françoise.

ses yeux que des droits qu'il avoit acquis pour être plus modeste, et il paroissoit n'avoir cultivé son esprit que pour élever son âme et perfectionner ses vertus.

Vous, monsieur, qui jugez si bien de la vérité des peintures, auriez-vous saisi tous les traits qui vous sont communs avec votre prédécesseur dans l'esquisse que je viens de tracer ? Si l'art que vous avez chanté pouvoit s'étendre jusqu'à peindre les âmes, nous verrions d'un coup d'œil ces ressemblances heureuses que je ne puis qu'indiquer; elles consistent également et dans ces qualités du cœur si précieuses à la société, et dans ces talens de l'esprit qui vous ont mérité nos suffrages. Toute grande qu'est notre perte, vous pouvez donc, monsieur, plus que la réparer: vous venez d'enrichir les arts et notre langue d'un ouvrage qui suppose, avec la perfection du goût, tant de connoissances différentes, que vous seul peut-être en possédez les rapports et l'ensemble; vous seul, et le premier, avez osé tenter de représenter par des sons harmonieux les effets des couleurs; vous avez essayé de faire pour la peinture ce qu'Horace fit pour la poésie, *un monument plus durable que le bronze*. Rien ne garantira des outrages du temps ces tableaux précieux des Raphaël, des Titien, des Corrége ; nos arrière-neveux regretteront ces chefs-d'œuvre comme nous regrettons nous-mêmes ceux des Zeuxis et des Apelles. Si vos leçons savantes sont d'un si grand prix pour nos jeunes artistes, que ne vous devront pas dans les siècles futurs l'art lui-même et ceux qui le cultiveront ? Au feu de vos lumières ils pourront réchauffer leur génie; ils retrouveront au moins, dans la fécondité de vos principes et dans la sagesse de vos préceptes, une partie des secours qu'ils auroient tirés de ces modèles sublimes qui ne subsisteront plus que par la renommée.

RÉPONSE A M. DE LA CONDAMINE,

LE JOUR DE SA RÉCEPTION A L'ACADÉMIE FRANÇOISE, LE LUNDI 21 JANVIER 1761.

Monsieur,

Du génie pour les sciences, du goût pour la littérature, du talent pour écrire, de l'ardeur pour entreprendre, du courage pour exécuter, de la constance pour achever, de l'amitié pour vos rivaux, du zèle pour vos amis, de l'enthousiasme pour l'humanité: voilà ce que vous connoît un ancien ami, un confrère de trente ans, qui se félicite aujourd'hui de le devenir pour la seconde fois [1].

Avoir parcouru l'un et l'autre hémisphère, traversé les continens et les mers, surmonté les sommets sourcilleux de ces montagnes embrasées, où des glaces éternelles bravent également et les feux souterrains et les ardeurs du midi; s'être livré à la pente précipitée de ces cataractes écumantes, dont les eaux suspendues semblent moins rouler sur la terre que descendre des nues; avoir pénétré dans ces vastes déserts, dans ces solitudes immenses, où l'on trouve à peine quelques vestiges de l'homme, où la nature, accoutumée au plus profond silence, dut être étonnée de s'entendre interroger pour la première fois; avoir plus fait, en un mot, par le seul motif de la gloire des lettres que l'on ne fit jamais par la soif de l'or : voilà ce que connoît de vous l'Europe, et ce que dira la postérité.

Mais n'anticipons ni sur les espaces, ni sur les temps; vous savez que le siècle où l'on vit est sourd, que la voix du compatriote est foible : laissons donc à nos neveux le soin de répéter ce que dit de vous l'étranger, et bornez aujourd'hui votre gloire à celle d'être assis parmi nous.

La mort met cent ans de distance entre un jour et l'autre : louons de concert le prélat auquel vous succédez [2]; sa mémoire est digne de nos éloges, sa personne digne de nos regrets. Avec de grands talens pour les négociations, il avoit la volonté de bien servir l'état; volonté dominante dans M. de Vauréal, et qui, dans tant d'autres, n'est que subordonnée à l'intérêt personnel. Il joignoit à une grande connoissance du monde le dé-

1. J'étois depuis très-long-temps confrère de M. de La Condamine à l'Académie des Sciences.

2. M. de La Condamine succéda, à l'Académie Françoise, à M. de Vauréal, évêque de Rennes.

dain de l'intrigue; au désir de la gloire, l'amour de la paix, qu'il a maintenue dans son diocèse, même dans les temps les plus orageux. Nous lui connoissions cette éloquence naturelle, cette force de discours, cette heureuse confiance, qui souvent sont nécessaires pour ébranler, pour émouvoir, et en même temps cette facilité à revenir sur soi-même, cette espèce de bonne foi si séante, qui persuade encore mieux, et qui seule achève de convaincre. Il laissoit paroître ses talens et cachoit ses vertus; son zèle charitable s'étendoit en secret à tous les indigens : riche par son patrimoine, et plus encore par les grâces du roi, dont nous ne pouvons trop admirer la bonté bienfaisante, M. de Vanréal sans cesse faisoit du bien, et le faisoit en grand; il donnoit sans mesure, il donnoit en silence; il servoit ardemment, il servoit sans retour personnel; et jamais ni les besoins du faste, si pressans à la cour, ni la crainte si fondée de faire des ingrats, n'ont balancé dans cette âme généreuse le sentiment plus noble d'aider aux malheureux.

RÉPONSE

A M. LE CHEVALIER DE CHATELUX,

LE JOUR DE SA RÉCEPTION A L'ACADÉMIE FRANÇOISE, LE JEUDI 27 AVRIL 1775.

Monsieur,

On ne peut qu'accueillir avec empressement quelqu'un qui se présente avec autant de grâces; le pas que vous avez fait en arriere sur le seuil de ce temple, vous a fait couronner avant d'entrer au sanctuaire[1]; vous veniez à nous, et votre modestie nous a mis dans le cas d'aller tous au devant: arrivez en triomphe, et ne craignez pas que j'afflige cette vertu qui vous est chere; je vais même la satisfaire en blâmant à vos yeux ce qui seul peut la faire rougir.

La louange publique, signe éclatant du mérite, est une monnoie plus précieuse que l'or, mais qui perd son prix et même devient vile, lorsqu'on la convertit en effets de commerce. Subissant autant de déchet par le change que le métal, signe de notre richesse, acquiert de valeur par la circulation, la louange réciproque, nécessairement exagérée, n'offre-t-elle pas un commerce suspect entre particuliers, et peu digne d'une compagnie dans laquelle il doit suffire d'être admis pour être assez loué? Pourquoi les voûtes de ce lycée ne forment-elles jamais que des échos multipliés d éloges retentissans? pourquoi ces murs, qui devroient être sacrés, ne peuvent-ils nous rendre le ton modeste et la parole de la vérité? Une couche antique d'encens brûlé revêt leurs parois et les rend sourds à cette parole divine qui ne frappe que l'âme. S'il faut étonner l'ouïe, s'il faut les éclats de la trompette pour se faire entendre, je ne le puis; et ma voix, dût-elle se perdre sans effet, ne blessera pas au moins cette vérité sainte que rien n'afflige plus, après la calomnie, que la fausse louange.

Comme un bouquet de fleurs assorties, dont chacune brille de ses couleurs et porte son parfum, l'éloge doit présenter les vertus, les talens, les travaux de l'homme célèbre. Qu'on passe sous silence les vices, les défauts, les erreurs, c'est retrancher du bouquet les feuilles desséchées, les herbes épineuses, et celles dont l'odeur seroit désagréable. Dans l'histoire, ce silence mutile la vérité, il ne l'offense pas dans l'éloge. Mais la vérité ne permet ni les jugemens de mauvaise foi, ni les fausses adulations; elle se révolte contre ces mensonges colorés auxquels on fait porter son masque : bientôt elle fait justice de toutes ces réputations éphémeres, fondées sur le commerce et l'abus de la louange; portant d'une main l'éponge de l'oubli, et de l'autre le burin de la gloire,

1. M. le chevalier de Chatelux, qui étoit désiré par l'Académie, et qui en conséquence s'étoit présenté, se retira pour engager M. de Malesherbes à passer avant lui.

elle efface sous nos yeux les caractères du prestige, et grave pour la postérité les seuls traits qu'elle doit consacrer.

Elle sait que l'éloge doit non seulement couronner le mérite, mais le faire germer; par ces nobles motifs, elle a cédé partie de son domaine : le panégyriste doit se taire sur le mal moral, exalter le bien, présenter les vertus dans leur plus grand éclat (mais les talens dans leur vrai jour), et les travaux accompagnés, comme les vertus, de ces rayons de gloire dont la chaleur vivifiante fait naître le désir d'imiter les unes, et le courage pour égaler les autres, toutefois en mesurant les forces de notre foible nature, qui s'effraieroit à la vue d'une vertu gigantesque, et prend pour un fantôme tout modèle trop grand ou trop parfait.

L'éloge d'un souverain sera suffisamment grand, quoique simple, si l'on peut prononcer, comme une vérité reconnue : *Notre roi veut le bien et désire d'être aimé;* la toute-puissance, compagne de sa volonté, ne se déploie que pour augmenter le bonheur de ses peuples; dans l'âge de la dissipation, il s'occupe avec assiduité; son application aux affaires annonce l'ordre et la règle; l'attention sérieuse de l'esprit, qualité si rare dans la jeunesse, semble être un don de naissance qu'il a reçu de son auguste père : et la justesse de son discernement n'est-elle pas démontrée par les faits? Il a choisi pour coopérateur le plus ancien, le plus vertueux, et le plus éclairé de ses hommes d'état [1], grand ministre éprouvé par les revers, dont l'âme pure et ferme ne s'est pas plus affaissée sous la disgrâce qu'enflée par la faveur. Mon cœur palpite au nom du créateur de mes ouvrages, et ne se calme que par le sentiment du repos le plus doux; c'est que, comblé de gloire, il est au dessus de mes éloges. Ici j'invoque encore la vérité : loin de me démentir, elle approuvera tout ce que je viens de prononcer; elle pourroit même m'en dicter davantage.

Mais, dira-t-on, l'éloge en général ayant la vérité pour base, et chaque louange portant son caractère propre, le faisceau réuni de ces traits glorieux ne sera pas encore un trophée, on doit l'orner de franges, le serrer d'une chaîne de brillans : car il ne suffit pas qu'on ne puisse le délier ou le rompre, il faut de plus le faire accueillir, admirer, applaudir, et que l'acclamation publique, étouffant le murmure de ces hommes dédaigneux ou jaloux, confirme ou justifie la voix de l'orateur. Or l'on manque ce but, si l'on présente la vérité sans parure et trop nue. Je l'avoue : mais ne vaut-il pas mieux sacrifier ce petit bien frivole au grand et solide honneur de transmettre à la postérité les portraits ressemblans de nos contemporains? Elle jugera par leurs œuvres, et pourroit démentir nos éloges.

Malgré cette rigueur que je m'impose ici, je me trouve fort à mon aise avec vous, monsieur; actions brillantes, travaux utiles, ouvrages savans, tout se présente à la fois; et comme une tendre amitié m'attache à vous de tous les temps, je parlerai de votre personne avant d'exposer vos talens. Vous fûtes le premier d'entre nous qui ait eu le courage de braver le préjugé contre l'inoculation; seul, sans conseil, à la fleur de l'âge, mais décidé par maturité de raison, vous fîtes sur vous-même l'épreuve qu'on redoutoit encore : grand exemple, parce qu'il fut le premier, parce qu'il a été suivi par des exemples plus grands encore, lesquels ont rassuré tous les cœurs des François sur la vie de leurs princes adorés. Je fus aussi le premier témoin de votre heureux succès : avec quelle satisfaction je vous vis arriver de la campagne, portant les impressions récentes qui ne me parurent que des stigmates de courage! Souvenez-vous de cet instant : l'hilarité peinte sur votre visage en couleurs plus vives que celles du mal, vous me dites; *Je suis sauvé, et mon exemple en sauvera bien d'autres.*

Ce dernier mot peint votre âme; je n'en connois aucune qui ait un zèle plus ardent pour le bonheur de l'humanité. Vous teniez la lampe sacrée de ce noble enthousiasme lorsque vous conçûtes le projet de votre ouvrage sur la félicité publique. Ouvrage de votre cœur : avec quelle affection n'y présentez-vous pas le tableau successif des malheurs du genre humain! avec quelle joie vous saisissez les courts intervalles de son bonheur, ou plutôt de sa tranquillité! Ouvrage de votre esprit : que de vues saines! que d'idées approfondies! que de combinaisons aussi délicates que difficiles! J'ose le dire, si votre livre pèche, c'est par trop de mérite; l'immense érudition que vous y avez déployée couvre d'une forte draperie les objets principaux. Cependant cette grande érudition, qui seule suffiroit pour vous donner des titres auprès de toutes les académies, vous étoit nécessaire comme preuves de vos recherches; vous avez puisé vos connoissances aux sources même du savoir, et, suivant pas à pas les auteurs contempo-

1. M. le comte de Maurepas.

rains, vous avez présenté la condition des hommes et l'état des nations sous leur vrai point de vue, mais avec cette exactitude scrupuleuse et ces pièces justificatives qui rebutent tout lecteur léger et supposent dans les autres une forte attention. Lorsqu'il vous plaira de donner une nouvelle culture à votre riche fonds, vous pourrez arracher ces épines qui couvrent une partie de vos plus beaux terrains, et vous n'offrirez plus qu'une vaste terre émaillée de fleurs et chargée de fruits que tout homme de goût s'empressera de cueillir. Je vais vous citer à vous-même pour exemple.

Quelle lecture plus instructive pour les amateurs des arts que celle de votre *Essai sur l'union de la poésie et de la musique!* C'est encore au bonheur public que cet ouvrage est consacré; il donne le moyen d'augmenter les plaisirs purs de l'esprit par le chatouillement innocent de l'oreille. Une idée mère et neuve s'y développe avec grâce dans toute son étendue : il doit y avoir du style en musique; chaque air doit être fondé sur un motif, sur une idée principale, relative à quelque objet sensible; et l'union de la musique à la poésie ne peut être parfaite qu'autant que le poëte et le musicien conviendront d'avance de représenter la même idée, l'un par des mots, et l'autre par des sons. C'est avec toute confiance que je renvoie les gens de goût à la démonstration de cette vérité, et aux charmans exemples que vous en avez donnés.

Quelle autre lecture plus agréable que celle des éloges de ces illustres guerriers, vos amis, vos émules, et que, par modestie, vous appelez vos maîtres! Destiné par votre naissance à la profession des armes, comptant dans vos ancêtres de grands militaires, des hommes d'état plus grands encore, parce qu'ils étoient en même temps très-grands hommes de lettres, vous avez été poussé, par leur exemple, dans les deux carrières, et vous vous êtes annoncé d'abord avec distinction dans celle de la guerre; mais votre cœur de paix, votre esprit de patriotisme et votre amour pour l'humanité vous prenoient tous les momens que le devoir vous laissoit; et, pour ne pas trop s'éloigner de ce devoir sacré d'état, vos premiers travaux littéraires ont été des éloges militaires. Je ne citerai que celui de M. le baron de Closen, et je demande si ce n'est pas une espèce de modèle en ce genre.

Et le discours que nous venons d'entendre n'est-il pas un nouveau fleuron que l'on doit ajouter à vos anciens blasons? La main du goût va le placer; puisque c'est son ouvrage, elle le mettra sans doute au dessus de vos autres couronnes.

Je vous quitte à regret, monsieur; mais vous succédez à un digne académicien qui mérite aussi des éloges, et d'autant plus qu'il les recherchoit moins. Sa mémoire, honorée par tous les gens de bien, nous est chère en particulier, par son respect constant pour cette compagnie. M. de Châteaubrun, homme juste et doux, pieux, mais tolérant, sentoit, savoit que l'empire des lettres ne peut s'accroître et même se soutenir que par la liberté; il approuvoit donc tout assez volontiers, et ne blâmoit rien qu'avec discrétion. Jamais il n'a rien fait que dans la vue du bien, jamais il n'a rien dit qu'à bonne intention. Mais il faudroit faire ici l'énumération de toutes les vertus morales et chrétiennes pour présenter en détail celles de M. de Châteaubrun. Il avoit les premières par caractère, et les autres par le plus grand exemple de ce siècle en ce genre, l'exemple du prince aïeul de son auguste élève. Guidé dans cette éducation par l'un de nos plus respectables confrères, et soutenu par son ancien et constant dévouement à cette grande maison, il a eu la satisfaction de jouir, pendant quatre générations et plus de soixante ans, de la confiance et de toute l'estime de ces illustres protecteurs.

Cultivant les belles-lettres autant par devoir que par goût, il a donné plusieurs pièces de théâtre; *les Troyennes* et *Philoctète* ont fait verser assez de larmes pour justifier l'éloge que nous faisons de ses talens. Sa vertu tiroit parti de tout; elle perce à travers les noires perfidies et les superstitions que présente chaque scène; ses offrandes n'en sont pas moins pures, ses victimes moins innocentes, et même ses portraits n'en sont que plus touchans. J'ai admiré sa piété profonde par le transport qu'il en fait aux ministres des faux dieux : Thestor, grand-prêtre des Troyens, peint par M. de Châteaubrun, semble être environné de cette lumière surnaturelle qui le rendroit digne de desservir les autels du vrai Dieu. Et telle est en effet la force d'une âme vivement affectée de ce sentiment divin, qu'elle le porte au loin et le répand sur tous les objets qui l'environnent. Si M. de Châteaubrun a supprimé, comme on l'assure, quelques pièces très-dignes de voir le jour, c'est sans doute parce qu'il ne leur a pas trouvé une assez forte teinture de ce sentiment auquel il vouloit subordonner tous

les autres. Dans cet instant, messieurs, je voudrois moi-même y conformer le mien; je sens néanmoins que ce seroit faire la vie d'un saint plutôt que l'éloge d'un académicien. Il est mort à quatre-vingt-treize ans. Je viens de perdre mon père précisément au même âge : il étoit, comme M. de Châteaubrun, plein de vertus et d'années. Les regrets permettent la parole; mais la douleur est muette.

RÉPONSE

A M. LE MARÉCHAL DUC DE DURAS,

LE JOUR DE SA RÉCEPTION A L'ACADÉMIE FRANÇOISE, 5 MAI 1775.

Monsieur,

Aux lois que je me suis prescrites sur l'éloge dans le discours précédent, il faut ajouter un précepte également nécessaire : c'est que les convenances doivent y être senties, et jamais violées; le sentiment qui les annonce doit régner partout, et vous venez, monsieur, de nous en donner l'exemple. Mais ce tact attentif de l'esprit, qui fait sentir les nuances des fines bienséances, est-il un talent ordinaire qu'on puisse communiquer ? ou plutôt n'est-il pas le dernier résultat des idées, l'extrait des sentimens d'une âme exercée sur des objets que le talent ne peut saisir ?

La nature donne la force du génie, la trempe du caractère, et le moule du cœur; l'éducation ne fait que modifier le tout : mais le goût délicat, le tact fin d'où naît ce sentiment exquis, ne peuvent s'acquérir que par un grand usage du monde dans les premiers rangs de la société. L'usage des livres, la solitude, la contemplation des œuvres de la nature, l'indifférence sur le mouvement du tourbillon des hommes, sont au contraire les seuls élémens de la vie du philosophe. Ici, l'homme de cour a donc le plus grand avantage sur l'homme de lettres; il louera mieux et plus convenablement son prince et les grands, parce qu'il les connoît mieux, parce que mille fois il a senti, saisi ces rapports fugitifs que je ne fais qu'entrevoir.

Dans cette compagnie, nécessairement composée de l'élite des hommes en tout genre, chacun devroit être jugé et loué par ses pairs : notre formule en ordonne autrement; nous sommes presque toujours au dessus ou au dessous de ceux que nous avons à célébrer. Néanmoins il faut être de niveau pour se bien connoître; il faudroit avoir les mêmes talens pour se juger sans méprise. Par exemple, j'ignore le grand art des négociations, et vous le possédez; vous l'avez exercé, monsieur, avec tout succès, je puis le dire : mais il m'est impossible de vous louer par le détail des choses qui vous flatteroient le plus; je sais seulement, avec le public, que vous avez maintenu pendant plusieurs années, dans des temps difficiles, l'intimité de l'union entre les deux plus grandes puissances de l'Europe; je sais que, devant nous représenter auprès d'une nation fière, vous y avez porté cette dignité qui se fait respecter, et cette aménité qu'on aime d'autant plus qu'elle se dégrade moins. Fidèle aux intérêts de votre souverain, zélé pour sa gloire, jaloux de l'honneur de la France, sans prétention sur celui de l'Espagne, sans mépris des usages étrangers, connoissant également les différens objets de la gloire des deux peuples, vous en avez augmenté l'éclat en les réunissant.

Représenter dignement sa nation sans choquer l'orgueil de l'autre; maintenir ses intérêts par la simple équité; porter en tout justice, bonne foi, discrétion, gagner la confiance par de si beaux moyens; l'établir sur des titres plus grands encore, sur l'exercice des vertus, me paroît un champ d'honneur si vaste, qu'en vous en ôtant une partie pour la donner à votre noble compagne d'ambassade, vous n'en serez ni jaloux ni moins riche. Quelle part n'a-t-elle

pas eue à tous vos actes de bienfaisance! votre mémoire et la sienne seront à jamais consacrées dans les fastes de l'humanité par le seul trait que je vais rapporter.

La stérilité, suivie de la disette, avoit amené le fléau de la famine jusque dans la ville de Madrid; le peuple mourant levoit les mains au ciel pour avoir du pain; les secours du gouvernement, trop foibles ou trop lents, ne diminuoient que d'un degré cet excès de misère : vos cœurs compatissans vous la firent partager; des sommes considérables, même pour votre fortune, furent employées par vos ordres à acheter des grains au plus haut prix, pour les distribuer aux pauvres. Les soulager en tout temps, en tout pays, c'est professer l'amour de l'humanité, c'est exercer la première et la plus haute de toutes les vertus. Vous en eûtes la seule récompense qui soit digne d'elle : le soulagement du peuple fut assez senti pour qu'au Prado sa morne tristesse, à l'aspect de tous les autres objets, se changeât tout à coup en signes de joie et en cris d'allégresse à la vue de ses bienfaiteurs; plusieurs fois, tous deux applaudis et suivis par des acclamations de reconnoissance, vous avez joui de ce bien, plus grand que tous les autres biens, de ce bonheur divin que les cœurs vertueux sont seuls en état de sentir.

Vous l'avez rapporté parmi nous, monsieur, ce cœur plein d'une noble bonté. Je pourrois appeler en témoignage une province entière qui ne démentiroit pas mes éloges; mais je ne puis les terminer sans parler de votre amour pour les lettres, et de votre prévenance pour ceux qui les cultivent. C'est donc avec un sentiment unanime que nous applaudissons à nos propres suffrages; en nous nommant un confrere, nous acquérons un ami : soyons toujours, comme nous sommes aujourd'hui, assez heureux dans nos choix pour n'en faire aucun qui n'illustre les lettres.

Les lettres! chers et dignes objets de ma passion la plus constante, que j'ai de plaisir à vous voir honorées! que je me féliciterois si ma voix pouvoit y contribuer! Mais c'est à vous, messieurs, qui maintenez leur gloire, à en augmenter les honneurs : je vais seulement tâcher de seconder vos vues en proposant aujourd'hui ce qui depuis long-temps fait l'objet de mes vœux.

Les lettres, dans leur état actuel, ont plus besoin de concorde que de protection; elles ne peuvent être dégradées que par leurs propres dissensions. L'empire de l'opinion n'est-il donc pas assez vaste pour que chacun puisse y habiter en repos? Pourquoi se faire la guerre? Eh! messieurs, nous demandons la tolérance : accordons-la donc; exerçons-la pour en donner l'exemple. Ne nous identifions pas avec nos ouvrages; disons qu'ils ont passé par nous, mais qu'ils ne sont pas de nous; séparons-en notre existence morale; fermons l'oreille aux aboiemens de la critique; au lieu de défendre ce que nous avons fait, recueillons nos forces pour faire mieux; ne nous célébrons jamais entre nous que par l'approbation; ne nous blâmons que par le silence; ne faisons ni tourbe ni coterie, et que chacun, poursuivant la route que lui fraie son génie, puisse recueillir sans trouble le fruit de son travail : les lettres prendront alors un nouvel essor, et ceux qui les cultivent, un plus haut degré de considération; ils seront généralement révérés par leurs vertus, autant qu'admirés par leurs talens.

Qu'un militaire du haut rang, un prélat en dignité, un magistrat en vénération [1], célèbrent avec pompe les lettres et les hommes dont les ouvrages marquent le plus dans la littérature; qu'un ministre affable et bien intentionné les accueille avec distinction; rien n'est plus convenable; je dirois, rien de plus honorable pour eux-mêmes, parce que rien n'est plus patriotique : que les grands honorent le mérite en public, qu'ils exposent nos talens au grand jour, c'est les étendre et les multiplier : mais qu'entre eux les gens de lettres se suffoquent d'encens ou s'inondent de fiel, rien de moins honnête, rien de plus préjudiciable en tout temps, en tout lieu. Rappelons-nous l'exemple de nos premiers maîtres; ils ont eu l'ambition insensée de vouloir faire secte : la jalousie des chefs, l'enthousiasme des disciples, l'opiniâtreté des sectaires, ont semé la discorde et produit tous les maux qu'elle entraîne à sa suite, ces sectes sont tombées comme elles étoient nées, victimes de la même passion qui les avoit enfantées, et rien n'a survécu; l'exil de la sagesse, le retour de l'ignorance, ont été les seuls et tristes fruits de ces choes de vanité, qui, même par leur succès, n'aboutissent qu'au mépris.

Le digne académicien auquel vous succédez, monsieur, peut nous servir de modèle et d'exemple par son respect constant pour la réputation de ses confrères, par sa liaison intime avec ses rivaux : M. de Belloi étoit un homme de paix, amant de la vertu, zélé

1. M. de Malesherbes, à sa réception à l'Académie, venoit de faire un très-beau discours à l'honneur des gens de lettres.



pour sa patrie, enthousiaste de cet amour national qui nous attache à nos rois. Il est le premier qui l'ait présenté sur la scène, et qui, sans le secours de la fiction, ait intéressé la nation pour elle-même par la seule force de la vérité de l'histoire. Jusqu'à lui presque toutes nos pièces de théâtre sont dans le costume antique, où les dieux méchans, leurs ministres fourbes, leurs oracles menteurs, et des rois cruels, jouent les principaux rôles; les perfidies, les superstitions et les atrocités remplissent chaque scène. Qu'étoient les hommes soumis alors à de pareils tyrans? Comment, depuis Homère, tous les poëtes se sont-ils servilement accordés à copier le tableau de ce siècle barbare? Pourquoi nous exposer les vices grossiers de ces peuplades encore à demi sauvages, dont même les vertus pourroient produire le crime? Pourquoi nous présenter des scélérats pour des héros, et nous peindre éternellement de petits oppresseurs d'une ou deux bourgades comme de grands monarques? Ici l'éloignement grossit donc les objets plus que dans la nature il ne les diminue. J'admire cet art illusoire qui m'a souvent arraché des larmes pour des victimes fabuleuses ou coupables; mais cet art ne seroit-il pas plus vrai, plus utile, et bientôt plus grand, si nos hommes de génie l'appliquoient, comme M. de Belloi, aux grands personnages de notre nation?

Le siége de Calais et le siége de Troie! quelle comparaison! diront les gens épris de nos poëtes tragiques : les plus beaux esprits, chacun dans leur siècle, n'ont-ils pas rapporté leurs principaux talens à cette ancienne et brillante époque à jamais mémorable? Que pouvons-nous mettre à côté de Virgile et de nos maîtres modernes, qui tous ont puisé à cette source commune? Tous ont fouillé les ruines et recueilli les débris de ce siége fameux pour y trouver les exemples des vertus guerrières, et en tirer les modèles des princes et des héros : les noms de ces héros ont été répétés, célébrés tant de fois, qu'ils sont plus connus que ceux des grands hommes de notre propre siècle.

Cependant ceux-ci sont ou seront consacrés par l'histoire, et les autres ne sont fameux que par la fiction. Je le répète, quels étoient ces princes? que pouvoient être ces prétendus héros? qu'étoient même ces peuples grecs ou troyens? quelles idées avoient-ils de la gloire des armes, idées qui néanmoins sont malheureusement les premières développées dans tout peuple sauvage? Ils n'avoient pas même la notion de l'honneur; et s'ils connoissoient quelques vertus, c'étoient des vertus féroces qui excitent plus d'horreur que d'admiration. Cruels par superstition autant que par instinct, rebelles par caprice ou soumis sans raison, atroces dans les vengeances, glorieux par le crime, les plus noirs attentats donnoient la plus haute célébrité. On transformoit en héros un être farouche, sans âme, sans esprit, sans autre éducation que celle d'un lutteur ou d'un coureur. Nous refuserions aujourd'hui le nom d'hommes à ces espèces de monstres dont on faisoit des dieux.

Mais que peut indiquer cette imitation, ce concours successif des poëtes à toujours présenter l'héroïsme sous les traits de l'espèce humaine encore informe? que prouve cette présence éternelle des acteurs d'Homère sur notre scène, sinon la puissance immortelle d'un premier génie sur les idées de tous les hommes? Quelque sublimes que soient les ouvrages de ce père des poëtes, ils lui font moins d'honneur que les productions de ses descendans, qui n'en sont que les gloses brillantes ou de beaux commentaires. Nous ne voulons rien ôter à leur gloire; mais après trente siècles des mêmes illusions, ne doit-on pas au moins en changer les objets?

Les temps sont enfin arrivés; un d'entre vous, messieurs, a osé le premier créer un poëme pour sa nation, et ce second génie influera sur trente autres siècles : j'oserois le prédire; si les hommes, au lieu de se dégrader, vont en se perfectionnant; si le fol amour de la fable cesse enfin de l'emporter sur la tendre vénération que l'homme sage doit à la vérité, tant que l'empire des lis subsistera, *la Henriade* sera notre *Iliade* : car, à talent égal, quelle comparaison, dirai-je à mon tour, entre le bon grand Henri et le petit Ulysse ou le fier Agamemnon; entre nos potentats et ces rois de village, dont toutes les forces réunies feroient à peine un détachement de nos armées? Quelle différence dans l'art même! n'est-il pas plus aisé de monter l'imagination des hommes que d'élever leur raison, de leur montrer des mannequins gigantesques de héros fabuleux que de leur présenter les portraits ressemblans de vrais hommes vraiment grands?

Enfin quel doit être le but des représentations théâtrales, quel en peut être l'objet utile, si ce n'est d'échauffer le cœur et de frapper l'âme entière de la nation par les grands exemples et par les beaux modèles qui l'ont illustrée? Les étrangers ont, avan

nous, senti cette vérité. Le Tasse, Milton, le Camoens, se sont écartés de la route battue; ils ont su mêler habilement l'intérêt de la religion dominante à l'intérêt national, ou bien à un intérêt encore plus universel. Presque tous les dramatiques anglois ont puisé leurs sujets dans l'histoire de leur pays : aussi la plupart de leurs pièces de théâtre sont-elles appropriées aux mœurs angloises; elles ne présentent que le zèle pour la liberté, que l'amour de l'indépendance, que le conflit des prérogatives. En France, le zèle pour la patrie, et surtout l'amour de notre roi, joueront à jamais les rôles principaux; et, quoique ce sentiment n'ait pas besoin d'être confirmé dans des cœurs françois, rien ne peut les remuer plus délicieusement que de mettre ce sentiment en action, et de l'exposer au grand jour, en le faisant paroître sur la scène avec toute sa noblesse et toute son énergie. C'est ce qu'a fait M. de Belloi; c'est ce que nous avons tous senti avec transport à la représentation du *Siége de Calais :* jamais applaudissemens n'ont été plus universels ni plus multipliés... Mais, monsieur, l'on ignoroit, jusqu'à ce jour, la grande part qui vous revient de ces applaudissemens. M. de Belloi a dit à ses amis qu'il vous devoit le choix de son sujet, qu'il ne s'y étoit arrêté que par vos conseils. Il parloit souvent de cette obligation; avons-nous pu mieux acquitter sa dette qu'en vous priant, monsieur, de prendre ici sa place ?

FIN DES DISCOURS ACADÉMIQUES.

HISTOIRE NATURELLE.

PREMIER DISCOURS.

DE LA MANIÈRE D'ÉTUDIER ET DE TRAITER L'HISTOIRE NATURELLE.

Res ardua vetustis novitatem dare, novis auctoritatem, obsoletis nitorem, obscuris lucem, fastiditis gratiam, dubiis fidem, omnibus vero naturam, et naturæ suæ omnia.
(Plin., in Præf. ad Vespas.)

L'histoire naturelle, prise dans toute son étendue, est une histoire immense; elle embrasse tous les objets que nous présente l'univers. Cette multitude prodigieuse de quadrupèdes, d'oiseaux, de poissons, d'insectes, de plantes, de minéraux, etc., offre à la curiosité de l'esprit humain un vaste spectacle, dont l'ensemble est si grand, qu'il paroît et qu'il est en effet inépuisable dans les détails. Une seule partie de l'histoire naturelle, comme l'histoire des insectes, ou l'histoire des plantes, suffit pour occuper plusieurs hommes; et les plus habiles observateurs n'ont donné, après un travail de plusieurs années, que des ébauches assez imparfaites des objets trop multipliés que présentent ces branches particulières de l'histoire naturelle, auxquelles ils s'étoient uniquement attachés. Cependant ils ont fait tout ce qu'ils pouvoient faire; et bien loin de s'en prendre aux observateurs du peu d'avancement de la science, on ne sauroit trop louer leur assiduité au travail et leur patience; on ne peut même leur refuser des qualités plus élevées; car il y a une espèce de force de génie et de courage d'esprit à pouvoir envisager, sans s'étonner, la nature dans la multitude innombrable de ses productions, et à se croire capable de les comprendre et de les comparer; il y a une espèce de goût à les aimer, plus grand que le goût qui n'a pour but que des objets particuliers: et l'on peut dire que l'amour de l'étude de la nature suppose dans l'esprit deux qualités qui paroissent opposées; les grandes vues d'un génie ardent qui embrasse tout d'un coup d'œil, et les petites attentions d'un instinct laborieux qui ne s'attache qu'à un seul point.

Le premier obstacle qui se présente dans l'étude de l'histoire naturelle, vient de cette grande multitude d'objets : mais la variété de ces mêmes objets, et la difficulté de rassembler les productions diverses des différens climats, forment un autre obstacle à l'avancement de nos connoissances, qui paroît invincible, et qu'en effet le travail seul ne peut surmonter; ce n'est qu'à force de temps, de soins, de dépenses, et souvent par des hasards heureux, qu'on peut se procurer des individus bien conservés de chaque espèce d'animaux, de plantes, ou de minéraux, et former une collection bien rangée de tous les ouvrages de la nature.

Mais lorsqu'on est parvenu à rassembler des échantillons de tout ce qui peuple l'univers, lorsque après bien des peines on a mis dans un même lieu des modèles de tout ce qui se trouve répandu avec profusion sur la terre, et qu'on jette pour la première fois les yeux sur ce magasin rempli de choses diverses, nouvelles et étrangères, la première sensation qui en résulte est un étonnement mêlé d'admiration, et la première réflexion qui suit est un retour humiliant sur nous-mêmes. On ne s'imagine pas qu'on puisse avec le temps parvenir au point de reconnoître tous ces différens objets; qu'on puisse parvenir non seulement à les reconnoître par la forme, mais encore à savoir tout ce qui a rapport à la naissance, la production, l'organisation, les usages, en un mot, à l'histoire de chaque chose en particulier. Cependant, en se familiarisant avec ces mêmes objets, en les voyant souvent, et, pour ainsi dire, sans dessein, ils forment peu à peu des impressions durables, qui bientôt se lient dans notre esprit par

des rapports fixes et invariables; et de là nous nous élevons à des vues plus générales, par lesquelles nous pouvons embrasser à la fois plusieurs objets différens; et c'est alors qu'on est en état d'étudier avec ordre, de réfléchir avec fruit, et de se frayer des routes pour arriver à des découvertes utiles.

On doit donc commencer par voir beaucoup et revoir souvent. Quelque nécessaire que l'attention soit à tout, ici on peut s'en dispenser d'abord : je veux parler de cette attention scrupuleuse, toujours utile lorsqu'on sait beaucoup, et souvent nuisible à ceux qui commencent à s'instruire. L'essentiel est de leur meubler la tête d'idées et de faits, de les empêcher, s'il est possible, d'en tirer trop tôt des raisonnemens et des rapports; car il arrive toujours que par l'ignorance de certains faits, et par la trop petite quantité d'idées, ils épuisent leur esprit en fausses combinaisons, et se chargent la mémoire de conséquences vagues et de résultats contraires à la vérité, lesquels forment dans la suite des préjugés qui s'effacent difficilement.

C'est pour cela que j'ai dit qu'il falloit commencer par voir beaucoup : il faut aussi voir presque sans dessein, parce que si vous avez résolu de ne considérer les choses que dans une certaine vue, dans un certain ordre, dans un certain système, eussiez-vous pris le meilleur chemin, vous n'arriverez jamais à la même étendue de connoissance à laquelle vous pourrez prétendre si vous laissez dans les commencemens votre esprit marcher de lui-même, se reconnoître, s'assurer sans secours, et former seul la première chaîne qui représente l'ordre de ses idées.

Ceci est vrai, sans exception, pour toutes les personnes dont l'esprit est fait et le raisonnement formé : les jeunes gens, au contraire, doivent être guidés plus tôt et conseillés à propos; il faut même les encourager par ce qu'il y a de plus piquant dans la science, en leur faisant remarquer les choses les plus singulières, mais sans leur en donner d'explications précises; le mystère à cet âge excite la curiosité, au lieu que dans l'âge mûr il n'inspire que le dégoût. Les enfans se lassent aisément des choses qu'ils ont déjà vues; ils revoient avec indifférence, à moins qu'on ne leur représente les mêmes objets sous d'autres points de vue; et au lieu de leur répéter simplement ce qu'on leur a déjà dit, il vaut mieux y ajouter des circonstances, même étrangères ou inutiles : on perd moins à les tromper qu'à les dégoûter.

Lorsque après avoir vu et revu plusieurs fois les choses, ils commenceront à se les représenter en gros, que d'eux-mêmes ils se feront des divisions, qu'ils commenceront à apercevoir des distinctions générales, le goût de la science pourra naître, et il faudra l'aider. Ce goût, si nécessaire à tout, mais en même temps si rare, ne se donne point par les préceptes : en vain l'éducation voudroit y suppléer, en vain les pères contraignent-ils leurs enfans; ils ne les amèneront jamais qu'à ce point commun à tous les hommes, à ce degré d'intelligence et de mémoire qui suffit à la société ou aux affaires ordinaires; mais c'est à la nature que l'on doit cette première étincelle de génie, ce genre de goût dont nous parlons, qui se développe ensuite plus ou moins, suivant les différentes circonstances et les différens objets.

Aussi doit-on présenter à l'esprit des jeunes gens des choses de toute espèce, des études de tout genre, des objets de toute sorte, afin de reconnoître le genre auquel leur esprit se porte avec plus de force, ou se livre avec plus de plaisir. L'histoire naturelle doit leur être présentée à son tour, et précisément dans ce temps où la raison commence à se développer, dans cet âge où ils pourroient commencer à croire qu'ils savent déjà beaucoup : rien n'est plus capable de rabaisser leur amour-propre, et de leur faire sentir combien il y a de choses qu'ils ignorent; et, indépendamment de ce premier effet, qui ne peut qu'être utile, une étude même légère de l'histoire naturelle élèvera leurs idées, et leur donnera des connoissances d'une infinité de choses que le commun des hommes ignore, et qui se retrouvent souvent dans les usages de la vie.

Mais revenons à l'homme qui veut s'appliquer sérieusement à l'étude de la nature, et reprenons-le au point où nous l'avons laissé, à ce point où il commence à généraliser ses idées, et à se former une méthode d'arrangement et des systèmes d'explication. C'est alors qu'il doit consulter les gens instruits, lire les bons auteurs, examiner leurs différentes méthodes, et emprunter des lumières de tous côtés. Mais comme il arrive ordinairement qu'on se prend alors d'affection et de goût pour certains auteurs, pour une certaine méthode, et que souvent sans un examen assez mûr, on se livre à un système quelquefois mal fondé, il est bon que nous donnions ici quelques notions préliminaires sur les méthodes qu'on a imaginées pour faciliter l'intelligence de l'histoire

naturelle. Ces méthodes sont très-utiles, lorsqu'on ne les emploie qu'avec les restrictions convenables; elles abrègent le travail, elles aident la mémoire, et elles offrent à l'esprit une suite d'idées, à la vérité composées d'objets différens entre eux, mais qui ne laissent pas d'avoir des rapports communs; et ces rapports forment des impressions plus fortes que ne pourroient faire des objets détachés qui n'auroient aucune relation. Voilà la principale utilité des méthodes; mais l'inconvénient est de vouloir trop allonger ou trop resserrer la chaîne, de vouloir soumettre à des lois arbitraires les lois de la nature, de vouloir la diviser dans des points où elle est indivisible, et de vouloir mesurer ses forces par notre foible imagination. Un autre inconvénient qui n'est pas moins grand, et qui est le contraire du premier, c'est de s'assujettir à des méthodes trop particulières, de vouloir juger du tout par une seule partie, de réduire la nature à de petits systèmes qui lui sont étrangers, et de ses ouvrages immenses en former arbitrairement autant d'assemblages détachés; enfin de rendre, en multipliant les noms et les représentations, la langue de la science plus difficile que la science elle-même.

Nous sommes naturellement portés à imaginer en tout une espèce d'ordre et d'uniformité; et quand on n'examine que légèrement les ouvrages de la nature, il paroît à cette première vue qu'elle a toujours travaillé sur un même plan. Comme nous ne connoissons nous-mêmes qu'une voie pour arriver à un but, nous nous persuadons que la nature fait et opère tout par les mêmes moyens et par des opérations semblables. Cette manière de penser a fait imaginer une infinité de faux rapports entre les productions naturelles: les plantes ont été comparées aux animaux; on a cru voir végéter les minéraux; leur organisation si différente, et leur mécanique si peu ressemblante, ont été souvent réduites à la même forme. Le moule commun de toutes ces choses dissemblables entre elles est moins dans la nature que dans l'esprit étroit de ceux qui l'ont mal connue, et qui savent aussi peu juger de la force d'une vérité que des justes limites d'une analogie comparée. En effet, doit-on, parce que le sang circule, assurer que la sève circule aussi? doit-on conclure de la végétation connue des plantes à une pareille végétation dans les minéraux, du mouvement du sang à celui de la sève, de celui de la sève au mouvement du suc pétrifiant? N'est-ce pas porter dans la réalité des ouvrages du Créateur les abstractions de notre esprit borné, et ne lui accorder, pour ainsi dire, qu'autant d'idées que nous en avons? Cependant on a dit et on dit tous les jours des choses aussi peu fondées, et on bâtit des systèmes sur des faits incertains, dont l'examen n'a jamais été fait, et qui ne servent qu'à montrer le penchant qu'ont les hommes à vouloir trouver de la ressemblance dans les objets les plus différens, de la régularité où il ne règne que de la variété, et de l'ordre dans les choses qu'ils n'aperçoivent que confusément.

Car lorsque, sans s'arrêter à des connoissances superficielles, dont les résultats ne peuvent nous donner que des idées incomplètes des productions et des opérations de la nature, nous voulons pénétrer plus avant, et examiner avec des yeux plus attentifs la forme et la conduite de ses ouvrages, on est aussi surpris de la variété du dessein que de la multiplicité des moyens d'exécution. Le nombre des productions de la nature, quoique prodigieux, ne fait alors que la plus petite partie de notre étonnement; sa mécanique, son art, ses ressources, ses désordres même emportent toute notre admiration. Trop petit pour cette immensité, accablé par le nombre des merveilles, l'esprit humain succombe. Il semble que tout ce qui peut être, est: la main du Créateur ne paroît pas s'être ouverte pour donner l'être à un certain nombre déterminé d'espèces; mais il semble qu'elle ait jeté tout à la fois un monde d'êtres relatifs et non relatifs, une infinité de combinaisons harmoniques et contraires, et une perpétuité de destructions et de renouvellemens. Quelle idée de puissance ce spectacle ne nous offre-t-il pas! quel sentiment de respect cette vue de l'univers ne nous inspire-t-elle pas pour son auteur! Que seroit-ce si la faible lumière qui nous guide devenoit assez vive pour nous faire apercevoir l'ordre général des causes et de la dépendance des effets? Mais l'esprit le plus vaste, et le génie le plus puissant, ne s'élèvera jamais à ce haut point de connoissance. Les premières causes nous seront à jamais cachées; les résultats généraux de ces causes nous seront aussi difficiles à connoître que les causes mêmes: tout ce qui nous est possible, c'est d'apercevoir quelques effets particuliers, de les comparer, de les combiner, et enfin d'y reconnoître plutôt un ordre relatif à notre propre nature, que convenable à l'existence des choses que nous considérons.

Mais puisque c'est la seule voie qui nous soit ouverte, puisque nous n'avons pas d'au-

tres moyens pour arriver à la connoissance des choses naturelles, il faut aller jusqu'où cette route peut nous conduire; il faut rassembler tous les objets, les comparer, les étudier, et tirer de leurs rapports combinés toutes les lumieres qui peuvent nous aider à les apercevoir nettement et à les mieux connoître.

La première vérité qui sort de cet examen sérieux de la nature, est une vérité peut-être humiliante pour l'homme : c'est qu'il doit se ranger lui-même dans la classe des animaux, auxquels il ressemble par tout ce qu'il a de matériel; et même leur instinct lui paroîtra peut-être plus sûr que sa raison, et leur industrie plus admirable que ses arts. Parcourant ensuite successivement et par ordre les différens objets qui composent l'univers, et se mettant à la tête de tous les êtres créés, il verra avec étonnement qu'on peut descendre, par degrés presque insensibles, de la créature la plus parfaite jusqu'à la matière la plus informe, de l'animal le mieux organisé jusqu'au minéral le plus brut; il reconnoîtra que ces nuances imperceptibles sont le grand œuvre de la nature; il les trouvera, ces nuances, non-seulement dans les grandeurs et dans les formes, mais dans les mouvemens, dans les générations, dans les successions de toute espèce.

En approfondissant cette idée, on voit clairement qu'il est impossible de donner un système général, une méthode parfaite, non-seulement pour l'histoire naturelle entière, mais même pour une seule de ses branches : car pour faire un système, un arrangement, en un mot, une méthode générale, il faut que tout y soit compris; il faut diviser ce tout en différentes classes, partager ces classes en genres, sous-diviser ces genres en espèces, et tout cela suivant un ordre dans lequel il entre nécessairement de l'arbitraire. Mais la nature marche par des gradations inconnues, et par conséquent elle ne peut pas se prêter totalement à ces divisions, puisqu'elle passe d'une espèce à une autre espèce, et souvent d'un genre à un autre genre, par des nuances imperceptibles; de sorte qu'il se trouve un grand nombre d'espèces moyennes et d'objets mi-partis qu'on ne sait où placer, et qui dérangent nécessairement le projet du système général. Cette vérité est trop importante pour que je ne l'appuie pas de tout ce qui peut la rendre claire et évidente.

Prenons pour exemple la botanique, cette belle partie de l'histoire naturelle, qui par son utilité a mérité de tout temps d'être la plus cultivée, et rappelons à l'examen les principes de toutes les méthodes que les botanistes nous ont données : nous verrons avec quelque surprise qu'ils ont eu tous en vue de comprendre dans leurs méthodes généralement toutes les espèces de plantes, et qu'aucun d'eux n'a parfaitement réussi; il se trouve toujours dans chacune de ces méthodes un certain nombre de plantes anomales, dont l'espèce est moyenne entre deux genres, et sur laquelle il ne leur a pas été possible de prononcer juste, parce qu'il n'y a pas plus de raison de rapporter cette espèce à l'un plutôt qu'à l'autre de ces deux genres. En effet, se proposer de faire une méthode parfaite, c'est se proposer un travail impossible : il faudroit un ouvrage qui représentât exactement tous ceux de la nature; et au contraire tous les jours il arrive qu'avec toutes les méthodes connues, et avec tous les secours qu'on peut tirer de la botanique la plus éclairée, on trouve des espèces qui ne peuvent se rapporter à aucun des genres compris dans ces méthodes. Ainsi l'expérience est d'accord avec la raison sur ce point, et l'on doit être convaincu qu'on ne peut pas faire une méthode générale et parfaite en botanique. Cependant il semble que la recherche de cette méthode générale soit une espèce de pierre philosophale pour les botanistes, qu'ils ont tous cherchée avec des peines et des travaux infinis : tel a passé quarante ans, tel autre en a passé cinquante à faire son systeme; et il est arrivé en botanique ce qui est arrivé en chimie, c'est qu'en cherchant la pierre philosophale que l'on n'a pas trouvée, on a trouvé une infinité de choses utiles; et de même en voulant faire une méthode générale et parfaite en botanique, on a plus étudié et mieux connu les plantes et leurs usages : tant il est vrai qu'il faut un but imaginaire aux hommes pour les soutenir dans leurs travaux, et que s'ils étoient persuadés qu'ils ne feront que ce qu'en effet ils peuvent faire, ils ne feroient rien du tout.

Cette prétention qu'ont les botanistes d'établir des systèmes généraux, parfaits et méthodiques, est donc peu fondée : aussi leurs travaux n'ont pu aboutir qu'à nous donner des méthodes défectueuses, lesquelles ont été successivement détruites les unes par les autres, et ont subi le sort commun à tous les systèmes fondés sur des principes arbitraires; et ce qui a le plus contribué à renverser les unes de ces méthodes par les autres, c'est la liberté que les botanistes se sont donnée de choisir arbitrairement une

seule partie dans les plantes pour en faire le caractère spécifique. Les uns ont établi leur méthode sur la figure des feuilles, les autres sur leur position, d'autres sur la forme des fleurs, d'autres sur le nombre de leurs pétales, d'autres enfin sur le nombre des étamines. Je ne finirois pas si je voulois rapporter en détail toutes les méthodes qui ont été imaginées; mais je ne veux parler ici que de celles qui ont été reçues avec applaudissement, et qui ont été suivies chacune à leur tour, sans que l'on ait fait assez d'attention à cette erreur de principes qui leur est commune à toutes, et qui consiste à vouloir juger d'un tout, et de la combinaison de plusieurs touts, par une seule partie, et par la comparaison des différences de cette seule partie : car vouloir juger de la différence des plantes uniquement par celles de leurs feuilles ou de leurs fleurs, c'est comme si on vouloit connoître la différence des animaux par la différence de leurs peaux ou par celle des parties de la génération; et qui ne voit que cette façon de connoître n'est pas une science, et que ce n'est tout au plus qu'une convention, une langue arbitraire, un moyen de s'entendre, mais dont il ne peut résulter aucune connoissance réelle ?

Me seroit-il permis de dire ce que je pense sur l'origine de ces différentes méthodes, et sur les causes qui les ont multipliées au point qu'actuellement la botanique elle-même est plus aisée à apprendre que la nomenclature, qui n'en est que la langue ? Me seroit-il permis de dire qu'un homme auroit plus tôt fait de graver dans sa mémoire les figures de toutes les plantes, et d'en avoir des idées nettes, ce qui est la vraie botanique, que de retenir tous les noms que les différentes méthodes donnent à ces plantes, et que par conséquent la langue est devenue plus difficile que la science ? Voici, ce me semble, comment cela est arrivé. On a d'abord divisé les végétaux suivant les différentes grandeurs; on a dit : Il y a de grands arbres, de petits arbres, des arbrisseaux, des sous-arbrisseaux, de grandes plantes, de petites plantes et des herbes. Voilà le fondement d'une méthode que l'on divise et sous-divise ensuite par d'autres relations de grandeurs et de formes, pour donner à chaque espèce un caractère particulier. Apres la méthode faite sur ce plan, il est venu des gens qui ont examiné cette distribution, et qui ont dit : Mais cette méthode, fondée sur la grandeur relative des végétaux, ne peut pas se soutenir; car il y a dans une espèce, comme dans celle du chêne, des grandeurs si différentes, qu'il y a des espèces de chênes qui s'élèvent à cent pieds de hauteur, et d'autres espèces de chêne qui ne s'élèvent jamais à plus de deux pieds. Il en est de même, proportion gardée, des châtaigniers, des pins, des aloès et d'une infinité d'autres espèces de plantes. On ne doit donc pas, a-t-on dit, déterminer les genres des plantes par leur grandeur, puisque ce signe est équivoque et incertain; et l'on a abandonné avec raison cette méthode. D'autres sont venus ensuite, qui, croyant faire mieux, ont dit : Il faut, pour connoître les plantes, s'attacher aux parties les plus apparentes; et comme les feuilles sont ce qu'il y a de plus apparent, il faut arranger les plantes par la forme, la grandeur et la position des feuilles. Sur ce projet, on a fait une autre méthode; on l'a suivie pendant quelque temps : mais ensuite on a reconnu que les feuilles de presque toutes les plantes varient prodigieusement selon les différens âges et les différens terrains; que leur forme n'est pas plus constante que leur grandeur, que leur position est encore plus incertaine. On a donc été aussi peu content de cette méthode que de la précédente. Enfin quelqu'un a imaginé, et je crois que c'est Gesner, que le Créateur avoit mis dans la fructification des plantes un certain nombre de caractères différens et invariables, et que c'étoit de ce point qu'il falloit partir pour faire une méthode; et comme cette idée s'est trouvée vraie jusqu'à un certain point, en sorte que les parties de la génération des plantes se sont trouvées avoir quelques différences plus constantes que toutes les autres parties de la plante prises séparément, on a vu tout d'un coup s'élever plusieurs méthodes de botanique, toutes fondées à peu près sur ce même principe. Parmi ces méthodes, celle de M. de Tournefort est la plus remarquable, la plus ingénieuse et la plus complète. Cet illustre botaniste a senti les défauts d'un système qui seroit purement arbitraire : en homme d'esprit, il a évité les absurdités qui se trouvent dans la plupart des autres méthodes de ses contemporains, et il a fait ses distributions et ses exceptions avec une science et une adresse infinies : il avoit, en un mot, mis la botanique au point de se passer de toutes les autres méthodes, et il l'avoit rendue susceptible d'un certain degré de perfection. Mais il s'est élevé un autre méthodiste, qui, après avoir loué son système, a tâché de le détruire pour établir le sien, et qui, ayant adopté, avec M. de Tournefort, les caractères tirés de la fructi-

fication, a employé toutes les parties de la génération des plantes, et surtout les étamines, pour en faire la distribution de ses genres, et, méprisant la sage attention de M. de Tournefort à ne pas forcer la nature au point de confondre, en vertu de son système, les objets les plus différens, comme les arbres avec les herbes, a mis ensemble et dans les mêmes classes le mûrier et l'ortie, la tulipe et l'épine-vinette, l'orme et la carotte, la rose et la fraise, le chêne et la pimprenelle. N'est-ce pas se jouer de la nature et de ceux qui l'étudient? et si tout cela n'étoit pas donné avec une certaine apparence d'ordre mystérieux, et enveloppé de grec et d'érudition botanique, auroit-on tant tardé à faire apercevoir le ridicule d'une pareille méthode, ou plutôt à montrer la confusion qui résulte d'un assemblage si bizarre? Mais ce n'est pas tout, et je vais insister, parce qu'il est juste de conserver à M. de Tournefort la gloire qu'il a méritée par un travail sensé et suivi, et parce qu'il ne faut pas que les gens qui ont appris la botanique par la méthode de Tournefort, perdent leur temps à étudier cette nouvelle méthode, où tout est changé, jusqu'aux noms et aux surnoms des plantes. Je dis donc que cette nouvelle méthode, qui rassemble dans la même classe des genres de plantes entièrement dissemblables, a encore, indépendamment de ces disparates, des défauts essentiels, et des inconvéniens plus grands que toutes les méthodes qui ont précédé. Comme les caractères des genres sont pris de parties presque infiniment petites, il faut aller le microscope à la main pour reconnoître un arbre ou une plante: la grandeur, la figure, le port extérieur, les feuilles, toutes les parties apparentes, ne servent plus à rien; il n'y a que les étamines; et si l'on ne peut pas voir les étamines, on ne sait rien, on n'a rien vu. Ce grand arbre que vous apercevez n'est peut-être qu'une pimprenelle; il faut compter ses étamines pour savoir ce que c'est; et comme ses étamines sont souvent si petites qu'elles échappent à l'œil simple ou à la loupe, il faut un microscope. Mais malheureusement encore pour le système, il y a des plantes qui n'ont point d'étamines, il y a des plantes dont le nombre des étamines varie, et voilà la méthode en défaut comme les autres, malgré la loupe et le microscope [1].

Après cette exposition sincère des fondemens sur lesquels on a bâti les différens systèmes de botanique, il est aisé de voir que le grand défaut de tout ceci est une erreur de métaphysique dans le principe même de ces méthodes. Cette erreur consiste à méconnoître la marche de la nature, qui se fait toujours par nuances, et à vouloir juger d'un tout par une seule de ses parties: erreur bien évidente, et qu'il est étonnant de retrouver partout; car presque tous les nomenclateurs n'ont employé qu'une partie, comme les dents, les ongles, ou ergots, pour ranger les animaux, les feuilles ou les fleurs pour distribuer les plantes, au lieu de se servir de toutes les parties et de chercher les différences ou les ressemblances dans l'individu tout entier. C'est renoncer volontairement au plus grand nombre des avantages que la nature nous offre pour la connoitre, que de refuser de se servir de toutes les parties des objets que nous considérons; et quand même on seroit assuré de trouver dans quelques parties prises séparément des caractères constans et invariables, il ne faudroit pas pour cela réduire la connoissance des productions naturelles à celle de ces parties constantes qui ne donnent que des idées particulières et très-imparfaites du tout; et il me paroît que le seul moyen de faire une méthode instructive et naturelle c'est de mettre ensemble les choses qui se ressemblent, et de séparer celles qui diffèrent les unes des autres. Si les individus ont une ressemblance parfaite, ou les différences si petites qu'on ne puisse les apercevoir qu'avec peine, ces individus seront de la même espèce; si les différences commencent à être sensibles, et qu'en même temps il y ait toujours beaucoup plus de ressemblances que de différences, les individus seront d'une autre espèce, mais du même genre que les premiers; et si ces différences sont encore plus marquées, sans cependant excéder les ressemblances, alors les individus seront non seulement d'une autre espèce, mais même d'un autre genre que les premiers et les seconds, et cependant ils seront encore de la même classe, parce qu'ils se ressemblent plus qu'ils ne diffèrent: mais si au contraire le nombre des différences excède celui des ressemblances, alors les individus

1. Hoc vero systema, Linnæi scilicet, jam cognitis plantarum methodis longe vilius et inferius non solum, sed et insuper nimis coactum, lubricum et fallax, imo lusorium deprehenderim, et quidem in tantum, ut non solum quoad dispositionem et denominationem plantarum enormes confusiones post se trahat, sed et vix non plenaria doctrinæ botanicæ solidioris obscuratio et perturbatio inde fuerit metuenda. (*Vaniloq. Botan. Specimen refutatum à Siegesbeck.* Petropoli, 1741.)

ne sont pas même de la même classe. Voilà l'ordre méthodique que l'on doit suivre dans l'arrangement des productions naturelles; bien entendu que les ressemblances et les différences seront prises non seulement d'une partie, mais du tout ensemble, et que cette méthode d'inspection se portera sur la forme, sur la grandeur, sur le port extérieur, sur les différentes parties, sur leur nombre, sur leur position, sur la substance même de la chose, et qu'on se servira de ces élémens en petit ou en grand nombre, à mesure qu'on en aura besoin; de sorte que si un individu, de quelque nature qu'il soit, est d'une figure assez singulière pour être toujours reconnu au premier coup d'œil, on ne lui donnera qu'un nom; mais si cet individu a de commun avec un autre la figure, et qu'il en diffère constamment par la grandeur, la couleur, la substance, ou par quelque autre qualité très-sensible, alors on lui donnera le même nom, en y ajoutant un adjectif pour marquer cette différence; et ainsi de suite, en mettant autant d'adjectifs qu'il y a de différences, on sera sûr d'exprimer tous les attributs différens de chaque espèce, et on ne craindra pas de tomber dans les inconvéniens des méthodes trop particulières dont nous venons de parler, et sur lesquelles je me suis beaucoup étendu, parce que c'est un défaut commun à toutes les méthodes de botanique et d'histoire naturelle, et que les systèmes qui ont été faits pour les animaux sont encore plus défectueux que les méthodes de botanique : car, comme nous l'avons déjà insinué, on a voulu prononcer sur la ressemblance et la différence des animaux en n'employant que le nombre des doigts ou ergots, des dents et des mamelles; projet qui ressemble beaucoup à celui des étamines, et qui est en effet du même auteur.

Il résulte de tout ce que nous venons d'exposer, qu'il y a dans l'étude de l'histoire naturelle deux écueils également dangereux : le premier, de n'avoir aucune méthode; et le second, de vouloir tout rapporter à un système particulier. Dans le grand nombre de gens qui s'appliquent maintenant à cette science, on pourroit trouver des exemples frappans de ces deux manières si opposées, et cependant toutes deux vicieuses. La plupart de ceux qui, sans aucune étude précédente de l'histoire naturelle, veulent avoir des cabinets de ce genre, sont de ces personnes aisées, peu occupées, qui cherchent à s'amuser, et regardent comme un mérite d'être mises au rang des curieux : ces gens-là commencent par acheter, sans choix, tout ce qui leur frappe les yeux; ils ont l'air de désirer avec passion les choses qu'on leur dit être rares et extraordinaires : ils les estiment au prix qu'ils les ont acquises; ils arrangent le tout avec complaisance, ou l'entassent avec confusion, et finissent bientôt par se dégoûter. D'autres, au contraire, et ce sont les plus savans, après s'être rempli la tête de noms, de phrases, de méthodes particulières, viennent à en adopter quelqu'une, ou s'occupent à en faire une nouvelle, et, travaillant ainsi toute leur vie sur une même ligne et dans une fausse direction, et voulant tout ramener à leur point de vue particulier, ils se rétrécissent l'esprit, cessent de voir les objets tels qu'ils sont, et finissent par embarrasser la science et la charger du poids étranger de toutes leurs idées.

On ne doit donc pas regarder les méthodes que les auteurs nous ont données sur l'histoire naturelle en général, ou sur quelques-unes de ses parties, comme les fondemens de la science, et on ne doit s'en servir que comme de signes dont on est convenu pour s'entendre. En effet, ce ne sont que des rapports arbitraires et des points de vue différens sous lesquels on a considéré les objets de la nature; et en ne faisant usage des méthodes que dans cet esprit, on peut en tirer quelque utilité : car quoique cela ne paroisse pas fort nécessaire, cependant il pourroit être bon qu'on sût toutes les espèces de plantes dont les feuilles se ressemblent, toutes celles dont les fleurs sont semblables, toutes celles qui nourrissent de certaines espèces d'insectes, toutes celles qui ont un certain nombre d'étamines, toutes celles qui ont de certaines glandes excrétoires; et de même dans les animaux, tous ceux qui ont un certain nombre de mamelles, tous ceux qui ont un certain nombre de doigts. Chacune de ces méthodes n'est, à parler vrai, qu'un dictionnaire où l'on trouve les noms rangés dans un ordre relatif à cette idée, et par conséquent aussi arbitraire que l'ordre alphabétique : mais l'avantage qu'on en pourroit tirer c'est qu'en comparant tous ces résultats, on se retrouveroit enfin à la vraie méthode, qui est la description complète et l'histoire exacte de chaque chose en particulier.

C'est ici le principal but qu'on doive se proposer : on peut se servir d'une méthode déjà faite comme d'une commodité pour étudier; on doit la regarder comme une facilité pour s'entendre : mais le seul et le vrai

moyen d'avancer la science est de travailler à la description et à l'histoire des différentes choses qui en font l'objet.

Les choses par rapport à nous ne sont rien en elles-mêmes; elles ne sont encore rien lorsqu'elles ont un nom; mais elles commencent à exister pour nous lorsque nous leur connoissons des rapports, des propriétés; ce n'est même que par ces rapports que nous pouvons leur donner une définition : or la définition, telle qu'on la peut faire par une phrase, n'est encore que la représentation très-imparfaite de la chose, et nous ne pouvons jamais bien définir une chose sans la décrire exactement. C'est cette difficulté de faire une bonne définition que l'on retrouve à tout moment dans toutes les méthodes, dans tous les abrégés qu'on a tâché de faire pour soulager la mémoire : aussi doit-on dire que dans les choses naturelles il n'y a rien de bien défini que ce qui est exactement décrit; or, pour décrire exactement, il faut avoir vu, revu, examiné, comparé la chose qu'on veut décrire, et tout cela sans préjugé, sans idée de système; sans quoi la description n'a plus le caractère de la vérité, qui est le seul qu'elle puisse comporter. Le style même de la description doit être simple, net et mesuré; il n'est pas susceptible d'élévation, d'agrémens, encore moins d'écarts, de plaisanterie ou d'équivoque : le seul ornement qu'on puisse lui donner c'est de la noblesse dans l'expression, du choix et de la propriété dans les termes.

Dans le grand nombre d'auteurs qui ont écrit sur l'histoire naturelle, il y en a fort peu qui aient bien décrit. Représenter naïvement et nettement les choses, sans les charger ni les diminuer, et sans y rien ajouter de son imagination, est un talent d'autant plus louable qu'il est moins brillant, et qu'il ne peut être senti que d'un petit nombre de personnes capables d'une certaine attention nécessaire pour suivre les choses jusque dans les petits détails. Rien n'est plus commun que des ouvrages embarrassés d'une nombreuse et sèche nomenclature, de méthodes ennuyeuses et peu naturelles dont les auteurs croient se faire un mérite; rien de si rare que de trouver de l'exactitude dans les descriptions, de la nouveauté dans les faits, de la finesse dans les observations.

Aldrovande, le plus laborieux et le plus savant de tous les naturalistes, a laissé, après un travail de soixante ans, des volumes immenses sur l'histoire naturelle, qui ont été imprimés successivement, et la plupart après sa mort : on les réduiroit à la dixième partie si on en ôtoit toutes les inutilités et toutes les choses étrangères à son sujet. A cette prolixité près, qui, je l'avoue, est accablante, ses livres doivent être regardés comme ce qu'il y a de mieux sur la totalité de l'histoire naturelle. Le plan de son ouvrage est bon, ses distributions sont sensées, ses divisions bien marquées, ses descriptions assez exactes, monotones, à la vérité, mais fidèles. L'historique est moins bon; souvent il est mêlé de fabuleux, et l'auteur y laisse voir trop de penchant à la crédulité.

J'ai été frappé, en parcourant cet auteur, d'un défaut ou d'un excès qu'on retrouve presque dans tous les livres faits il y a cent ou deux cents ans, et que les savans d'Allemagne ont encore aujourd'hui ; c'est de cette quantité d'érudition inutile dont ils grossissent à dessein leurs ouvrages, en sorte que le sujet qu'ils traitent est noyé dans une quantité de matières étrangères, sur lesquelles ils raisonnent avec tant de complaisance, et s'étendent avec si peu de ménagement pour les lecteurs, qu'ils semblent avoir oublié ce qu'ils avoient à vous dire, pour ne vous raconter que ce qu'ont dit les autres. Je me représente un homme comme Aldrovande, ayant une fois conçu le dessein de faire un corps complet d'histoire naturelle; je le vois dans sa bibliothèque lire successivement les anciens, les modernes, les philosophes, les théologiens, les jurisconsultes, les historiens, les voyageurs, les poëtes, et lire sans autre but que de saisir tous les mots, toutes les phrases qui, de près ou de loin, ont rapport à son objet; je le vois copier et faire copier toutes ces remarques, et les ranger par lettres alphabétiques, et, après avoir rempli plusieurs portefeuilles de notes de toute espèce, prises souvent sans examen et sans choix, commencer à travailler un sujet particulier, et ne vouloir rien perdre de tout ce qu'il a ramassé; en sorte qu'à l'occasion de l'histoire naturelle du coq ou du bœuf, il vous raconte tout ce qui a jamais été dit des coqs ou des bœufs, tout ce que les anciens en ont pensé, tout ce qu'on a imaginé de leurs vertus, de leur caractère, de leur courage, toutes les choses auxquelles on a voulu les employer, tous les contes que les bonnes femmes en ont faits, tous les miracles qu'on leur a fait faire dans certaines religions, tous les sujets de superstition qu'ils ont fournis, toutes les comparaisons que les poëtes en ont tirées, tous les attributs que certains peuples leur ont accordés, toutes les représentations qu'on en

fait dans les hiéroglyphes, dans les armoiries, en un mot, toutes les fables dont on s'est jamais avisé au sujet des coqs ou des bœufs. Qu'on juge après cela de la portion d'histoire naturelle qu'on doit s'attendre à trouver dans ce fatras d'écritures; et si en effet l'auteur ne l'eût pas mise dans des articles séparés des autres, elle n'auroit pas été trouvable, ou du moins elle n'auroit pas valu la peine d'y être cherchée.

On s'est tout-à-fait corrigé de ce défaut dans ce siècle : l'ordre et la précision avec laquelle on écrit maintenant ont rendu les sciences plus agréables, plus aisées; et je suis persuadé que cette différence de style contribue peut-être autant à leur avancement que l'esprit de recherche qui règne aujourd'hui; car nos prédécesseurs cherchoient comme nous, mais ils ramassoient tout ce qui se présentoit; au lieu que nous rejetons ce qui nous paroît avoir peu de valeur, et que nous préférons un petit ouvrage bien raisonné à un gros volume bien savant : seulement il est à craindre que, venant à mépriser l'érudition, nous ne venions aussi à imaginer que l'esprit peut suppléer à tout, et que la science n'est qu'un vain nom.

Les gens sensés cependant sentiront toujours que la seule et vraie science est la connoissance des faits : l'esprit ne peut pas y suppléer, et les faits sont dans les sciences ce qu'est l'expérience dans la vie civile. On pourroit donc diviser toutes les sciences en deux classes principales, qui contiendroient tout ce qu'il convient à l'homme de savoir : la première est l'histoire civile, et la seconde l'histoire naturelle, toutes deux fondées sur des faits qu'il est souvent important et toujours agréable de connoître. La première est l'étude des hommes d'état, la seconde est celle des philosophes; et quoique l'utilité de celle-ci ne soit peut-être pas aussi prochaine que celle de l'autre, on peut cependant assurer que l'histoire naturelle est la source des autres sciences physiques et la mère de tous les arts. Combien de remèdes excellens la médecine n'a-t-elle pas tirés de certaines productions de la nature jusqu'alors inconnues! combien de richesses les arts n'ont-ils pas trouvées dans plusieurs matières autrefois méprisées! Il y a plus, c'est que toutes les idées des arts ont leurs modèles dans les productions de la nature : Dieu a créé, et l'homme imite; toutes les inventions des hommes, soit pour la nécessité, soit pour la commodité, ne sont que des imitations assez grossières de ce que la nature exécute avec la dernière perfection.

Mais sans insister plus long-temps sur l'utilité qu'on doit tirer de l'histoire naturelle, soit par rapport aux autres sciences, soit par rapport aux arts, revenons à notre objet principal, à la manière de l'étudier et de la traiter. La description exacte et l'histoire fidèle de chaque chose est, comme nous l'avons dit, le seul but qu'on doive se proposer d'abord. Dans la description, l'on doit faire entrer la forme, la grandeur, le poids, les couleurs, les situations de repos et de mouvemens, la position des parties, leurs rapports, leur figure, leur action, et toutes les fonctions extérieures. Si l'on peut joindre à tout cela l'exposition des parties intérieures, la description n'en sera que plus complète; seulement on doit prendre garde de tomber dans de trop petits détails, ou de s'appesantir sur la description de quelque partie peu importante, et de traiter trop légèrement les choses essentielles et principales. L'histoire doit suivre la description, et doit uniquement rouler sur les rapports que les choses naturelles ont entre elles et avec nous. L'histoire d'un animal doit être non pas l'histoire de l'individu, mais celle de l'espèce entière de ces animaux; elle doit comprendre leur génération, le temps de la pregnation, celui de l'accouchement, le nombre des petits, les soins des pères et des mères, leur espèce d'éducation, leur instinct, les lieux de leur habitation, leur nourriture, la manière dont ils se la procurent, leurs mœurs, leurs ruses, leur chasse, ensuite les services qu'ils peuvent nous rendre, et toutes les utilités ou les commodités que nous pouvons en tirer; et lorsque dans l'intérieur du corps de l'animal il y a des choses remarquables, soit par la conformation, soit par les usages qu'on en peut faire, on doit les ajouter ou à la description ou à l'histoire : mais ce seroit un objet étranger à l'histoire naturelle que d'entrer dans un examen anatomique trop circonstancié, ou du moins ce n'est pas son objet principal; et il faut conserver ces détails pour servir de mémoires sur l'anatomie comparée.

Ce plan général doit être suivi et rempli avec toute l'exactitude possible; et pour ne pas tomber dans une répétition trop fréquente du même ordre, pour éviter la monotonie du style, il faut varier la forme des descriptions et changer le fil de l'histoire selon qu'on le jugera nécessaire; de même pour rendre les descriptions moins sèches, y mêler quelques faits, quelques comparaisons, quelques réflexions sur les usages des différentes parties; en un mot, faire en sorte

qu'on puisse vous lire sans ennui, aussi bien que sans contention.

A l'égard de l'ordre général et de la méthode de distribution des différens sujets de l'histoire naturelle, on pourroit dire qu'il est purement arbitraire, et dès lors on est assez le maître de choisir celui qu'on regarde comme le plus commode ou le plus communément reçu. Mais avant que de donner les raisons qui pourroient déterminer à adopter un ordre plutôt qu'un autre, il est nécessaire de faire encore quelques réflexions, par lesquelles nous tâcherons de faire sentir ce qu'il peut y avoir de réel dans les divisions que l'on a faites des productions naturelles.

Pour le reconnoître, il faut nous défaire un instant de tous nos préjugés, et même nous dépouiller de nos idées. Imaginons un homme qui a en effet tout oublié, ou qui s'éveille tout neuf pour les objets qui l'environnent; plaçons cet homme dans une campagne où les animaux, les oiseaux, les poissons, les plantes, les pierres, se présentent successivement à ses yeux. Dans les premiers instans, cet homme ne distinguera rien et confondra tout : mais laissons ses idées s'affermir peu à peu par des sensations réitérées des mêmes objets; bientôt il se formera une idée générale de la matière animée, il la distinguera aisément de la matière inanimée, et peu de temps après, il distinguera très-bien la matière animée de la matière végétative, et naturellement il arrivera à cette première grande division, *animal, végétal* et *minéral;* et comme il aura pris en même temps une idée nette de ces grands objets si différens, la *terre*, l'*air* et l'*eau*, il viendra en peu de temps à se former une idée particulière des animaux qui habitent la terre, de ceux qui demeurent dans l'eau, et de ceux qui s'élèvent dans l'air; et par conséquent il se fera aisément à lui-même cette seconde division, *animaux quadrupèdes, oiseaux, poissons.* Il en est de même, dans le règne végétal, des arbres et des plantes; il les distinguera très-bien, soit par leur grandeur, soit par leur substance, soit par leur figure. Voilà ce que la simple inspection doit nécessairement lui donner, et ce qu'avec une très-légère attention il ne peut manquer de reconnoître. C'est là aussi ce que nous devons regarder comme réel, et ce que nous devons respecter comme une division donnée par la nature même. Ensuite mettons-nous à la place de cet homme, ou supposons qu'il ait acquis autant de connoissances et qu'il ait autant d'expérience que nous en avons; il viendra à juger les objets de l'histoire naturelle par les rapports qu'ils auront avec lui; ceux qui lui seront les plus nécessaires, les plus utiles, tiendront le premier rang; par exemple, il donnera la préférence, dans l'ordre des animaux, au cheval, au chien, au bœuf, etc., et il connoîtra toujours mieux ceux qui lui seront les plus familiers: ensuite il s'occupera de ceux qui, sans être familiers, ne laissent pas que d'habiter les mêmes lieux, les mêmes climats, comme les cerfs, les lièvres et tous les animaux sauvages; et ce ne sera qu'après toutes ces connoissances acquises que sa curiosité le portera à rechercher ce que peuvent être les animaux des climats étrangers, comme les éléphans, les dromadaires, etc. Il en sera de même pour les poissons, pour les oiseaux, pour les insectes, pour les coquillages, pour les plantes, pour les minéraux et pour toutes les autres productions de la nature: il les étudiera à proportion de l'utilité qu'il en pourra tirer; il les considérera à mesure qu'ils se présenteront plus familièrement, et il les rangera dans sa tête relativement à cet ordre de ses connoissances, parce que c'est en effet l'ordre selon lequel il les a acquises, et selon lequel il lui importe de les conserver.

Cet ordre, le plus naturel de tous, est celui que nous avons cru devoir suivre. Notre méthode de distribution n'est pas plus mystérieuse que ce qu'on vient de voir : nous partons des divisions générales, telles qu'on vient de les indiquer, et que personne ne peut contester; ensuite nous prenons les objets qui nous intéressent le plus par les rapports qu'ils ont avec nous; de là nous passons peu à peu jusqu'à ceux qui sont les plus éloignés et qui nous sont étrangers; et nous croyons que cette façon simple et naturelle de considérer les choses est préférable aux méthodes les plus recherchées et les plus composées, parce qu'il n'y en a pas une, et de celles qui sont faites, et de toutes celles que l'on peut faire, où il n'y ait plus d'arbitraire que dans celle-ci, et qu'à tout prendre il nous est plus facile, plus agréable et plus utile, de considérer les choses par rapport à nous que sous aucun autre point de vue.

Je prévois qu'on pourra nous faire deux objections: la première, c'est que ces grandes divisions que nous regardons comme réelles ne sont peut-être pas exactes; que, par exemple, nous ne sommes pas sûrs qu'on puisse tirer une ligne de séparation entre le règne animal et le règne végétal, ou bien entre le règne végétal et le minéral, et que

dans la nature il peut se trouver des choses qui participent également des propriétés de l'un et de l'autre, lesquelles par conséquent ne peuvent entrer ni dans l'une ni dans l'autre de ces divisions.

A cela je réponds que s'il existe des choses qui soient exactement moitié animal et moitié plante, ou moitié plante et moitié minéral, etc., elles nous sont encore inconnues, en sorte que dans le fait la division est entière et exacte; et l'on sent bien que plus les divisions seront générales, moins il y aura de risque de rencontrer des objets mi-partis qui participeroient de la nature des deux choses comprises dans ces divisions: en sorte que cette même objection que nous avons employée avec avantage contre les distributions particulières, ne peut avoir lieu lorsqu'il s'agira de divisions aussi générales que l'est celle-ci, surtout si l'on ne rend pas ces divisions exclusives, et si l'on ne prétend pas y comprendre sans exception, non seulement tous les êtres connus, mais encore tous ceux qu'on pourroit découvrir à l'avenir. D'ailleurs, si l'on y fait attention, l'on verra bien que nos idées générales n'étant composées que d'idées particulières, elles sont relatives à une échelle continue d'objets, de laquelle nous n'apercevons nettement que les milieux, et dont les deux extrémités fuient et échappent toujours de plus en plus à nos considérations; de sorte que nous ne nous attachons jamais qu'au gros des choses, et que par conséquent on ne doit pas croire que nos idées, quelque générales qu'elles puissent être, comprennent les idées particulières de toutes les choses existantes et possibles.

La seconde objection qu'on nous fera sans doute, c'est qu'en suivant dans notre ouvrage l'ordre que nous avons indiqué, nous tomberons dans l'inconvénient de mettre ensemble des objets très-différens: par exemple, dans l'histoire des animaux, si nous commençons par ceux qui nous sont les plus utiles, les plus familiers, nous serons obligés de donner l'histoire du chien après ou avant celle du cheval; ce qui ne paroît pas naturel, parce que ces animaux sont si différens à tous autres égards, qu'ils ne paroissent point du tout faits pour être mis si près l'un de l'autre dans un traité d'histoire naturelle: et on ajoutera peut-être qu'il auroit mieux valu suivre la méthode ancienne de la division des animaux en *solipèdes*, *pieds-fourchus*, et *fissipèdes*, ou la méthode nouvelle de la division des animaux par les dents et les mamelles, etc.

Cette objection, qui d'abord pourroit paroître spécieuse, s'évanouira dès qu'on l'aura examinée. Ne vaut-il pas mieux ranger non seulement dans un traité d'histoire naturelle, mais même dans un tableau ou partout ailleurs, les objets dans l'ordre et dans la position où ils se trouvent ordinairement, que de les forcer à se trouver ensemble en vertu d'une supposition? Ne vaut-il pas mieux faire suivre le cheval, qui est solipède, par le chien, qui est fissipède, et qui a coutume de le suivre en effet, que par un zèbre qui nous est peu connu, et qui n'a peut-être d'autre rapport avec le cheval que d'être solipède? D'ailleurs, n'y a-t-il pas le même inconvénient pour les différences dans cet arrangement que dans le nôtre? Un lion, parce qu'il est fissipède, ressemble-t-il à un rat, qui est aussi fissipède, plus qu'un cheval ne ressemble à un chien? Un éléphant solipède ressemble-t-il plus à un âne, solipède aussi, qu'à un cerf, qui est pied-fourchu? Et si on veut se servir de la nouvelle méthode, dans laquelle les dents et les mamelles sont les caractères spécifiques et sur lesquels sont fondées les divisions et les distributions, trouvera-t-on qu'un lion ressemble plus à une chauve-souris qu'un cheval ne ressemble à un chien? ou bien, pour faire notre comparaison encore plus exactement, un cheval ressemble-t-il plus à un cochon qu'à un chien, ou un chien ressemble-t-il plus à une taupe qu'à un cheval[1]? Et puisqu'il y a autant d'inconvéniens et des différences aussi grandes dans ces méthodes d'arrangement que dans la nôtre, et que d'ailleurs ces méthodes n'ont pas les mêmes avantages, et qu'elles sont beaucoup plus éloignées de la façon ordinaire et naturelle de considérer les choses, nous croyons avoir eu des raisons suffisantes pour lui donner la préférence, et ne suivre dans nos distributions que l'ordre des rapports que les choses nous ont paru avoir avec nous-mêmes.

Nous n'examinerons pas en détail toutes les méthodes artificielles que l'on a données pour la division des animaux: elles sont toutes plus ou moins sujettes aux inconvéniens dont nous avons parlé au sujet des méthodes de botanique; et il nous paroît que l'examen d'une seule de ces méthodes suffit pour faire découvrir les défauts des autres: ainsi nous nous bornerons ici à examiner celle de M. Linnæus, qui est la plus nouvelle, afin qu'on soit en état de juger

1. Voyez Linnæus, *Syst. nat.*, pages 65 et suiv.

si nous avons eu raison de la rejeter, et de nous attacher seulement à l'ordre naturel dans lequel tous les hommes ont coutume de voir et de considérer les choses.

M. Linnæus divise tous les animaux en six classes, savoir, les *quadrupèdes*, les *oiseaux*, les *amphibies* : les *poissons*, les *insectes* et les *vers*. Cette première division est, comme l'on voit, très-arbitraire et fort incomplète, car elle ne nous donne aucune idée de certains genres d'animaux, qui sont cependant peu considérables et très-étendus, les serpens, par exemple, les coquillages, les crustacés : et il paroît au premier coup d'œil qu'ils ont été oubliés; car on n'imagine pas d'abord que les serpens soient des amphibies, les crustacés des insectes et les coquillages des vers. Au lieu de ne faire que six classes, si cet auteur en eût fait douze ou davantage, et qu'il eût dit les quadrupèdes, les oiseaux, les reptiles, les amphibies, les poissons cétacés, les poissons ovipares, les poissons mous, les crustacés, les coquillages, les insectes de terre, les insectes de mer, les insectes d'eau douce, etc., il eût parlé plus clairement, et ses divisions eussent été plus vraies et moins arbitraires; car, en général, plus on augmentera le nombre des divisions des productions naturelles, plus on approchera du vrai, puisqu'il n'existe réellement dans la nature que des individus, et que les genres, les ordres et les classes, n'existent que dans notre imagination.

Si l'on examine les caractères généraux qu'il emploie, et la manière dont il fait ses divisions particulières, on y trouvera encore des défauts bien plus essentiels : par exemple, un caractère général comme celui pris des mamelles pour la division des quadrupèdes, devroit au moins appartenir à tous les quadrupèdes; cependant depuis Aristote on sait que le cheval n'a point de mamelles.

Il divise la classe des quadrupèdes en cinq ordre : le premier, *anthropomorpha;* le second, *feræ;* le troisième, *glires;* le quatrième, *jumenta;* et le cinquième, *pecora;* et ces cinq ordres renferment, selon lui, tous les animaux quadrupèdes. On va voir par l'exposition et l'énumération même de ces cinq ordres, que cette division est non seulement arbitraire, mais encore très-mal imaginée; car cet auteur met dans le premier ordre l'homme, le singe, le paresseux et le lézard écailleux. Il faut bien avoir la manie de faire des classes pour mettre ensemble des êtres aussi différens que l'homme et le paresseux, ou le singe et le lézard écailleux. Passons au second ordre qu'il appelle *feræ*, les bêtes féroces. Il commence en effet par le lion, le tigre; mais il continue par le chat, la belette, la loutre, le veau marin, le chien, l'ours, le blaireau, et il finit par le hérisson, la taupe et la chauve-souris. Auroit-on jamais cru que le nom de *feræ* en latin, *bêtes sauvages* ou *féroces* en françois, eût pu être donné à la chauve-souris, à la taupe, au hérisson; que les animaux domestiques, comme le chien et le chat, fussent des bêtes sauvages? et n'y a-t-il pas à cela une aussi grande équivoque de bon sens que de mots? Mais voyons le troisième ordre, *glires*, les loirs. Ces loirs de M. Linnæus sont le porc-épic, le lièvre, l'écureuil, le castor et les rats. J'avoue que dans tout cela je ne vois qu'une espèce de rat qui soit en effet un loir. Le quatrième ordre est celui des *jumenta*, ou bêtes de somme. Ces bêtes de somme sont l'éléphant, l'hippopotame, la musaraigne, le cheval et le cochon; autre assemblage, comme on voit, qui est aussi gratuit et aussi bizarre que si l'auteur eût travaillé dans le dessein de le rendre tel. Enfin le cinquième ordre, *pecora*, ou le bétail, comprend le chameau, le cerf, le bouc, le bélier et le bœuf : mais quelle différence n'y a-t-il pas entre un chameau et un bélier, ou entre un cerf et un bouc? et quelle raison peut-on avoir pour prétendre que ce soient des animaux du même ordre, si ce n'est que, voulant absolument faire des ordres, et n'en faire qu'un petit nombre, il faut bien y recevoir des bêtes de toute espèce? Ensuite, en examinant les dernières divisions des animaux en espèces particulières, on trouve que le loup-cervier n'est qu'une espèce de chat, le renard et le loup une espèce de chien, la civette une espèce de blaireau, le cochon-d'Inde une espèce de lièvre, le rat d'eau une espèce de castor, le rhinocéros une espèce d'éléphant, l'âne une espèce de cheval, etc.; et tout cela parce qu'il y a quelques petits rapports entre le nombre des mamelles et des dents des animaux, ou quelque ressemblance légère dans la forme de leurs cornes.

Voilà pourtant, et sans y rien omettre, à quoi se réduit ce système de la nature pour les animaux quadrupèdes. Ne serait-il pas plus simple, plus naturel, et plus vrai, de dire qu'un âne est un âne, et un chat un chat, que de vouloir, sans savoir pourquoi, qu'un âne soit un cheval, et un chat un loup-cervier?

On peut juger par cet échantillon de tout le reste du système. Les serpens, selon cet auteur, sont des amphibies; les écrevisses

sont des insectes, et non-seulement des insectes, mais des insectes du même ordre que les poux et les puces; et tous les coquillages, les crustacés, et les poissons mous, sont des vers; les huîtres, les moules, les oursins, les étoiles de mer, les sèches, etc., ne sont, selon cet auteur, que des vers. En faut-il davantage pour faire sentir combien toutes ces divisions sont arbitraires, et cette méthode mal fondée?

On reproche aux anciens de n'avoir pas fait des méthodes, et les modernes se croient fort au-dessus d'eux parce qu'ils ont fait un grand nombre de ces arrangemens méthodiques et de ces dictionnaires dont nous venons de parler : ils se sont persuadé que cela seul suffit pour prouver que les anciens n'avoient pas, à beaucoup près, autant de connoissances en histoire naturelle que nous en avons. Cependant c'est tout le contraire, et nous aurons dans la suite de cet ouvrage mille occasions de prouver que les anciens étoient beaucoup plus avancés et plus instruits que nous ne le sommes, je ne dis pas en physique, mais dans l'histoire naturelle des animaux et des minéraux, et que les faits de cette histoire leur étoient bien plus familiers qu'à nous, qui aurions dû profiter de leurs découvertes et de leurs remarques. En attendant qu'on en voie des exemples en détail, nous nous contenterons d'indiquer ici les raisons générales qui suffiroient pour le faire penser, quand même on n'en auroit pas des preuves particulières.

La langue grecque est une des plus anciennes et celle dont on a fait le plus longtemps usage. Avant et depuis Homère on a écrit et parlé grec jusqu'au treizième ou quatorzième siècle, et actuellement encore le grec corrompu par les idiomes étrangers ne diffère pas autant du grec ancien que l'italien diffère du latin. Cette langue, qu'on doit regarder comme la plus parfaite et la plus abondante de toutes, étoit, dès le temps d'Homère, portée à un grand point de perfection, ce qui suppose nécessairement une ancienneté considérable avant le siècle même de ce grand poëte; car l'on pourroit estimer l'ancienneté ou la nouveauté d'une langue par la quantité plus ou moins grande des mots et la variété plus ou moins nuancée des constructions. Or, nous avons dans cette langue les noms d'une très-grande quantité de choses qui n'ont aucun nom en latin ou en françois : les animaux les plus rares, certaines espèces d'oiseaux, ou de poissons, ou de minéraux, qu'on ne rencontre que très-difficilement, très-rarement, ont des noms, et des noms constans dans cette langue; preuve évidente que ces objets de l'histoire naturelle étoient connus, et que les Grecs non seulement les connoissoient, mais même qu'ils en avoient une idée précise, qu'ils ne pouvoient avoir acquise que par une étude de ces mêmes objets; étude qui suppose nécessairement des observations et des remarques : ils ont même des noms pour les variétés; et ce que nous ne pouvons représenter que par une phrase, se nomme dans cette langue par un seul substantif. Cette abondance de mots, cette richesse d'expressions nettes et précises, ne supposent-elles pas la même abondance d'idées et de connoissances? Ne voit-on pas que des gens qui avoient nommé beaucoup plus de choses que nous, en connoissoient par conséquent beaucoup plus? Et cependant ils n'avoient pas fait comme nous des méthodes et des arrangemens arbitraires : ils pensoient que la vraie science est la connoissance des faits, que pour l'acquérir il falloit se familiariser avec les productions de la nature, donner des noms à toutes, afin de les faire reconnoître, de pouvoir s'en entretenir, de se représenter plus souvent les idées des choses rares et singulières, et de multiplier ainsi des connoissances qui, sans cela, se seroient peut-être évanouies, rien n'étant plus sujet à l'oubli que ce qui n'a point de nom : tout ce qui n'est pas d'un usage commun ne se soutient que par le secours des représentations.

D'ailleurs, les anciens qui ont écrit sur l'histoire naturelle étoient de grands hommes, et qui ne s'étoient pas bornés à cette seule étude : ils avoient l'esprit élevé, des connoissances variées, approfondies, et des vues générales; et s'il nous paroît, au premier coup d'œil, qu'il leur manquât un peu d'exactitude dans de certains détails, il est aisé de reconnoître, en les lisant avec réflexion, qu'ils ne pensoient pas que les petites choses méritassent une attention aussi grande que celle qu'on leur a donnée dans ces derniers temps; et quelque reproche que les modernes puissent faire aux anciens, il me paroît qu'Aristote, Théophraste et Pline, qui ont été les premiers naturalistes, sont aussi les plus grands à certains égards. L'*Histoire des Animaux* d'Aristote est peut-être encore aujourd'hui ce que nous avons de mieux fait en ce genre, et il seroit fort à désirer qu'il nous eût laissé quelque chose d'aussi complet sur les végétaux et sur les minéraux; mais les deux livres des plantes, que quelques auteurs lui attribuent, ne res-

semblent pas à ses autres ouvrages, et ne sont pas en effet de lui [1]. Il est vrai que la botanique n'étoit pas fort en honneur de son temps : les Grecs, et même les Romains, ne la regardoient pas comme une science qui dût exister par elle-même et qui dût faire un objet à part; ils ne la considéroient que relativement à l'agriculture, au jardinage, à la médecine, et aux arts : et quoique Théophraste, disciple d'Aristote, connût plus de cinq cents genres de plantes, et que Pline en cite plus de mille, ils n'en parlent que pour nous en apprendre la culture, ou pour nous dire que les unes entrent dans la composition des drogues, que les autres sont d'usage pour les arts, que d'autres servent à orner nos jardins, etc.; en un mot, ils ne les considèrent que par l'utilité qu'on en peut tirer, et ils ne se sont pas attachés à les décrire exactement.

L'histoire des animaux leur étoit mieux connue que celle des plantes. Alexandre donna des ordres et fit des dépenses très-considérables pour rassembler des animaux et en faire venir de tous les pays, et il mit Aristote en état de les bien observer. Il paroît par son ouvrage qu'il les connoissoit peut-être mieux et sous des vues plus générales qu'on ne les connoît aujourd'hui. Enfin, quoique les modernes aient ajouté leurs découvertes à celles des anciens, je ne vois pas que nous ayons sur l'histoire naturelle beaucoup d'ouvrages modernes qu'on puisse mettre au-dessus d'Aristote et de Pline; mais comme la prévention naturelle qu'on a pour son siècle pourroit persuader que ce que je viens de dire est avancé témérairement, je vais faire en peu de mots l'exposition du plan de leurs ouvrages.

Aristote commence son *Histoire des Animaux* par établir des différences et des ressemblances générales entre les différens genres d'animaux; au lieu de les diviser par de petits caractères particuliers, comme l'ont fait les modernes, il rapporte historiquement tous les faits et toutes les observations qui portent sur des rapports généraux et sur des caractères sensibles; il tire ces caractères de la forme, de la couleur, de la grandeur, et de toutes les qualités extérieures de l'animal entier, et aussi du nombre et de la position de ses parties, de la grandeur, du mouvement, de la forme de ses membres, des rapports semblables ou différens qui se trouvent dans ces mêmes parties comparées, et il donne partout des exemples pour se faire mieux entendre. Il considère aussi les différences des animaux par leur façon de vivre, leurs actions et leurs mœurs, leurs habitations, etc. Il parle des parties qui sont communes et essentielles aux animaux, et de celles qui peuvent manquer et qui manquent en effet à plusieurs espèces d'animaux. Le sens du toucher, dit-il, est la seule chose qu'on doive regarder comme nécessaire, et qui ne doit manquer à aucun animal; et comme ce sens est commun à tous les animaux, il n'est pas possible de donner un nom à la partie de leur corps dans laquelle réside la faculté de sentir. Les parties les plus essentielles sont celles par lesquelles l'animal prend sa nourriture, celles qui reçoivent et digèrent cette nourriture, et celles par où il rend le superflu. Il examine ensuite les parties de la génération des animaux, celles de leurs membres et de leurs différentes parties qui servent à leurs mouvemens et à leurs fonctions naturelles. Ces observations générales et préliminaires font un tableau dont toutes les parties sont intéressantes; et ce grand philosophe dit aussi qu'il les a présentées sous cet aspect pour donner un avant-goût de ce qui doit suivre, et faire naître l'attention qu'exige l'histoire particulière de chaque animal, ou plutôt de chaque chose.

Il commence par l'homme, et il le décrit le premier, plutôt parce qu'il est l'animal le mieux connu, que parce qu'il est le plus parfait; et, pour rendre sa description moins sèche et plus piquante, il tâche de tirer des connoissances morales en parcourant les rapports physiques du corps humain : il indique les caractères des hommes par les traits de leur visage. Se bien connoître en physionomie seroit en effet une science bien utile à celui qui l'auroit acquise; mais peut-on la tirer de l'histoire naturelle? Il décrit donc l'homme par toutes ses parties extérieures et intérieures, et cette description est la seule qui soit entière : au lieu de décrire chaque animal en particulier, il les fait connoître tous par les rapports que toutes les parties de leur corps ont avec celles du corps de l'homme : lorsqu'il décrit, par exemple, la tête humaine, il compare avec elle la tête de différentes espèces d'animaux. Il en est de même de toutes les autres parties; à la description du poumon de l'homme, il rapporte historiquement tout ce qu'on savoit des poumons des animaux; et il fait l'histoire de ceux qui en manquent. De même, à l'occasion des parties de la génération, il rapporte toutes les va-

1. Voyez le Commentaire de Scaliger.

riétés des animaux dans la manière de s'accoupler, d'engendrer, de porter, et d'accoucher, etc.; à l'occasion du sang, il fait l'histoire des animaux qui en sont privés; et suivant ainsi ce plan de comparaison, dans lequel, comme l'on voit, l'homme sert de modèle, et ne donnant que les différences qu'il y a des animaux à l'homme, et de chaque partie des animaux à chaque partie de l'homme, il retranche à dessein toute description particulière; il évite par-là toute répétition, il accumule les faits, et il n'écrit pas un mot qui soit inutile : aussi a-t-il compris dans un petit volume un nombre presque infini de différens faits, et je ne crois pas qu'il soit possible de réduire à de moindres termes tout ce qu'il avoit à dire sur cette matière, qui paroît si peu susceptible de cette précision, qu'il falloit un génie comme le sien pour y conserver en même temps de l'ordre et de la netteté. Cet ouvrage d'Aristote s'est présenté à mes yeux comme une table de matières, qu'on auroit extraite avec le plus grand soin de plusieurs milliers de volumes remplis de descriptions et d'observations de toute espèce : c'est l'abrégé le plus savant qui ait jamais été fait, si la science est en effet l'histoire des faits; et quand même on supposeroit qu'Aristote auroit tiré de tous les livres de son temps ce qu'il a mis dans le sien, le plan de l'ouvrage, sa distribution, le choix des exemples, la justesse des comparaisons, une certaine tournure dans les idées, que j'appellerois volontiers le caractère philosophique, ne laissent pas douter un instant qu'il ne fût lui-même bien plus riche que ceux dont il auroit emprunté.

Pline a travaillé sur un plan bien plus grand, et peut-être trop vaste : il a voulu tout embrasser, et il semble avoir mesuré la nature et l'avoir trouvée trop petite encore pour l'étendue de son esprit. Son *Histoire naturelle* comprend, indépendamment de l'histoire des animaux, des plantes, et des minéraux, l'histoire du ciel et de la terre, la médecine, le commerce, la navigation, l'histoire des arts libéraux et mécaniques, l'origine des usages, enfin toutes les sciences naturelles et tous les arts humains; et ce qu'il y a d'étonnant c'est que dans chaque partie Pline est également grand. L'élévation des idées, la noblesse du style, relèvent encore sa profonde érudition : non seulement il savait tout ce qu'on pouvoit savoir de son temps, mais il avoit cette facilité de penser en grand qui multiplie la science; il avoit cette finesse de réflexion, de laquelle dépendent l'élégance et le goût, et il communique à ses lecteurs une certaine liberté d'esprit, une hardiesse de penser, qui est le germe de la philosophie. Son ouvrage, tout aussi varié que la nature, la peint toujours en beau : c'est, si l'on veut, une compilation de tout ce qui avoit été écrit avant lui, une copie de tout ce qui avoit été fait d'excellent et d'utile à savoir; mais cette copie a de si grands traits, cette compilation contient des choses rassemblées d'une manière si neuve, qu'elle est préférable à la plupart des ouvrages originaux qui traitent des mêmes matières.

Nous avons dit que l'histoire fidèle et la description exacte de chaque chose étoient les deux seuls objets que l'on devoit se proposer d'abord dans l'étude de l'histoire naturelle. Les anciens ont bien rempli le premier, et sont peut-être autant au dessus des modernes par cette première partie, que ceux-ci sont au dessus d'eux par la seconde; car les anciens ont très-bien traité l'historique de la vie et des mœurs des animaux, de la culture et des usages des plantes, des propriétés et de l'emploi des minéraux, et en même temps ils semblent avoir négligé à dessein la description de chaque chose. Ce n'est pas qu'ils ne fussent très-capables de la bien faire : mais ils dédaignoient apparemment d'écrire des choses qu'ils regardoient comme inutiles, et cette façon de penser tenoit à quelque chose de général, et n'étoit pas aussi déraisonnable qu'on pourroit le croire; et même ils ne pouvoient guère penser autrement. Premièrement, ils cherchoient à être courts, et à ne mettre dans leurs ouvrages que les faits essentiels et utiles, parce qu'ils n'avoient pas, comme nous, la facilité de multiplier les livres et de les grossir impunément. En second lieu, ils tournoient toutes les sciences du côté de l'utilité, et donnoient beaucoup moins que nous à la vaine curiosité; tout ce qui n'étoit pas intéressant pour la société, pour la santé, pour les arts, étoit négligé; ils rapportoient tout à l'homme moral, et ils ne croyoient pas que les choses qui n'avoient point d'usage fussent dignes de l'occuper; un insecte inutile dont nos observateurs admirent les manœuvres, une herbe sans vertu dont nos botanistes observent les étamines, n'étoient pour eux qu'un insecte ou une herbe. On peut citer pour exemple le vingt-septième livre de Pline, *reliqua herbarum genera*, où il met ensemble toutes les herbes dont il ne fait pas grand cas, qu'il se contente de nommer par lettres alphabé-

tiques, en indiquant seulement quelqu'un de leurs caractères généraux et de leurs usages pour la médecine. Tout cela venoit du peu de goût que les anciens avoient pour la physique; ou pour parler plus exactement, comme ils n'avoient aucune idée de ce que nous appelons physique particulière et expérimentale, ils ne pensoient pas que l'on pût tirer aucun avantage de l'examen scrupuleux et de la description exacte de toutes les parties d'une plante ou d'un petit animal; et ils ne voyoient pas les rapports que cela pouvoit avoir avec l'explication des phénomènes de la nature.

Cependant cet objet est le plus important, et il ne faut pas s'imaginer, même aujourd'hui, que dans l'étude de l'histoire naturelle, on doive se borner uniquement à faire des descriptions exactes, et à s'assurer seulement des faits particuliers. C'est, à la vérité, et comme nous l'avons dit, le but essentiel qu'on doit se proposer d'abord ; mais il faut tâcher de s'élever à quelque chose de plus grand et de plus digne encore de nous occuper, c'est de combiner les observations, de généraliser les faits, de les lier ensemble par la force des analogies, et de tâcher d'arriver à ce haut degré de connoissances où nous pouvons juger que les effets particuliers dépendent d'effets plus généraux, où nous pouvons comparer la nature avec elle-même dans ses grandes opérations, et d'où nous pouvons enfin nous ouvrir des routes pour perfectionner les différentes parties de la physique. Une grande mémoire, de l'assiduité, et de l'attention, suffisent pour arriver au premier but : mais il faut ici quelque chose de plus, il faut des vues générales, un coup d'œil ferme, et un raisonnement formé plus encore par la réflexion que par l'étude; il faut enfin cette qualité d'esprit qui nous fait saisir les rapports éloignés, les rassembler et en former un corps d'idées raisonnées, après en avoir apprécié au juste les vraisemblances et en avoir pesé les probabilités.

C'est ici où l'on a besoin de méthode pour conduire son esprit, non pas de celle dont nous avons parlé, qui ne sert qu'à arranger arbitrairement des mots, mais de cette méthode qui soutient l'ordre même des choses, qui guide notre raisonnement, qui éclaire nos vues, les étend, et nous empêche de nous égarer. Les plus grands philosophes ont senti la nécessité de cette méthode, et même ils ont voulu nous en donner des principes et des essais : mais les uns ne nous ont laissé que l'histoire de leurs pensées, et les autres la fable de leur imagination; et quelques-uns se sont élevés à ce haut point de métaphysique d'où l'on peut voir les principes, les rapports, et l'ensemble des sciences : aucun ne nous a sur cela communiqué ses idées, aucun ne nous a donné des conseils, et la méthode de bien conduire son esprit dans les sciences est encore à trouver : au défaut de préceptes, on a substitué des exemples; au lieu de principes, on a employé des définitions; au lieu de faits avérés, des suppositions hasardées.

Dans ce siècle même, où les sciences paroissent être cultivées avec soin, je crois qu'il est aisé de s'apercevoir que la philosophie est négligée, et peut-être plus que dans aucun autre siècle; les arts qu'on veut appeler scientifiques ont pris sa place; les méthodes de calcul et de géométrie, celles de botanique et d'histoire naturelle, les formules, en un mot, et les dictionnaires, occupent presque tout le monde : on s'imagine savoir davantage, parce qu'on a augmenté le nombre des expressions symboliques et des phrases savantes, et on ne fait point attention que tous ces arts ne sont que des échafaudages pour arriver à la science, et non pas la science elle-même; qu'il ne faut s'en servir que lorsqu'on ne peut s'en passer, et qu'on doit toujours se défier qu'ils ne viennent à nous manquer, lorsque nous voudrons les appliquer à l'édifice.

La vérité, cet être métaphysique dont tout le monde croit avoir une idée claire, me paroît confondue dans un si grand nombre d'objets étrangers auxquels on donne son nom, que je ne suis pas surpris qu'on ait de la peine à la reconnoître. Les préjugés et les fausses applications se sont multipliés à mesure que nos hypothèses ont été plus savantes, plus abstraites et plus perfectionnées; il est donc plus difficile que jamais de reconnoître ce que nous pouvons savoir, et de le distinguer nettement de ce que nous devons ignorer. Les réflexions suivantes serviront au moins d'avis sur ce sujet important.

Le mot de vérité ne fait naître qu'une idée vague, il n'a jamais eu de définition précise; et la définition elle-même, prise dans un sens général et absolu, n'est qu'une abstraction qui n'existe qu'en vertu de quelque supposition. Au lieu de chercher à faire une définition de la vérité, cherchons donc à faire une énumération; voyons de près ce qu'on appelle communément vérités, et tâchons de nous en former des idées nettes.

Il y a plusieurs espèces de vérités, et on a coutume de mettre dans le premier ordre les vérités mathématiques : ce ne sont cependant que des vérités de définitions ; ces définitions portent sur des suppositions simples, mais abstraites, et toutes les vérités en ce genre ne sont que des conséquences composées, mais toujours abstraites de ces définitions. Nous avons fait les suppositions, nous les avons combinées de toutes les façons, ce corps de combinaisons est la science mathématique; il n'y a donc rien dans cette science que ce que nous y avons mis, et les vérités qu'on en tire ne peuvent être que des expressions différentes, sous lesquelles se présentent les suppositions que nous avons employées : ainsi les vérités mathématiques ne sont que les répétitions exactes des définitions ou suppositions. La dernière conséquence n'est vraie que parce qu'elle est identique avec celle qui la précède, et que celle-ci l'est avec la précédente, et ainsi de suite, en remontant jusqu'à la première supposition; et comme les définitions sont les seuls principes sur lesquels tout est établi, et qu'elles sont arbitraires et relatives, toutes les conséquences qu'on en peut tirer sont également arbitraires et relatives. Ce qu'on appelle vérités mathématiques se réduit donc à des identités d'idées, et n'a aucune réalité : nous supposons, nous raisonnons sur nos suppositions, nous en tirons des conséquences, nous concluons : la conclusion ou dernière conséquence est une proposition vraie, relativement à notre supposition; mais cette vérité n'est pas plus réelle que la supposition elle-même. Ce n'est point ici le lieu de nous étendre sur les usages des sciences mathématiques, non plus que sur l'abus qu'on en peut faire : il nous suffit d'avoir prouvé que les vérités mathématiques ne sont que des vérités de définitions, ou, si l'on veut, des expressions différentes de la même chose, et qu'elles ne sont vérités que relativement à ces mêmes définitions que nous avons faites : c'est par cette raison qu'elles ont l'avantage d'être toujours exactes et démonstratives, mais abstraites, intellectuelles et arbitraires.

Les vérités physiques, au contraire, ne sont nullement arbitraires, et ne dépendent point de nous; au lieu d'être fondées sur des suppositions que nous ayons faites, elles ne sont appuyées que sur des faits. Une suite de faits semblables, ou, si l'on veut, une répétition fréquente et une succession non interrompue des mêmes événemens, fait l'essence de la vérité physique : ce qu'on appelle vérité physique n'est donc qu'une probabilité, mais une probabilité si grande, qu'elle équivaut à une certitude. En mathématique on suppose ; en physique on pose et on établit. Là ce sont des définitions ; ici ce sont des faits. On va de définitions en définitions dans les sciences abstraites ; on marche d'observations en observations dans les sciences réelles. Dans les premières on arrive à l'évidence, dans les dernières à la certitude. Le mot de vérité comprend l'une et l'autre, et répond par conséquent à deux idées différentes : sa signification est vague et composée, il n'étoit donc pas possible de la définir généralement; il falloit, comme nous venons de le faire, en distinguer les genres afin de s'en former une idée nette.

Je ne parlerai pas des autres ordres de vérités : celles de la morale, par exemple, qui sont en partie réelles et en partie arbitraires, demanderoient une longue discussion qui nous éloigneroit de notre but, et cela d'autant plus qu'elles n'ont pour objet et pour fin que des convenances et des probabilités.

L'évidence mathématique et la certitude physique sont donc les deux seuls points sous lesquels nous devons considérer la vérité; dès qu'elle s'éloignera de l'une ou de l'autre, ce n'est plus que vraisemblance et probabilité. Examinons donc ce que nous pouvons savoir de science évidente ou certaine; après quoi nous verrons ce que nous ne pouvons connoître que par conjecture, et enfin ce que nous devons ignorer.

Nous savons ou nous pouvons savoir de science évidente toutes les propriétés, ou plutôt tous les rapports des nombres, des lignes, des surfaces et de toutes les autres quantités abstraites; nous pourrons les savoir d'une manière plus complète à mesure que nous nous exercerons à résoudre de nouvelles questions, et d'une manière plus sûre à mesure que nous rechercherons les causes des difficultés. Comme nous sommes les créateurs de cette science, et qu'elle ne comprend absolument rien que ce que nous avons nous-mêmes imaginé, il ne peut y avoir ni obscurités ni paradoxes qui soient réels ou impossibles, et on en trouvera toujours la solution en examinant avec soin les principes supposés, et en suivant toutes les démarches qu'on a faites pour y arriver; comme les combinaisons de ces principes et des façons de les employer sont innombrables, il y a dans les mathématiques un champ d'une immense étendue de connoissances acquises et à acquérir que nous se-

rons toujours les maîtres de cultiver quand nous voudrons, et dans lequel nous recueillerons toujours la même abondance de vérités.

Mais ces vérités auroient été perpétuellement de pure spéculation, de simple curiosité et d'entière inutilité, si on n'avoit pas trouvé les moyens de les associer aux vérités physiques. Avant que de considérer les avantages de cette union, voyons ce que nous pouvons espérer de savoir en ce genre.

Les phénomènes qui s'offrent tous les jours à nos yeux, qui se succèdent et se répètent sans interruption et dans tous les cas, sont le fondement de nos connoissances physiques. Il suffit qu'une chose arrive toujours de la même façon, pour qu'elle fasse une certitude ou une vérité pour nous; tous les faits de la nature que nous avons observés, ou que nous pourrons observer, sont autant de vérités: ainsi nous pouvons en augmenter le nombre autant qu'il nous plaira, en multipliant nos observations; notre science n'est ici bornée que par les limites de l'univers.

Mais lorsqu'après avoir bien constaté les faits par des observations réitérées, lorsqu'après avoir établi de nouvelles vérités par des expériences exactes, nous voulons chercher les raisons de ces mêmes faits, les causes de ces effets, nous nous trouvons arrêtés tout à coup, réduits à tâcher de déduire les effets d'effets plus généraux, et obligés d'avouer que les causes nous sont et nous seront perpétuellement inconnues; parce que nos sens étant eux-mêmes les effets de causes que nous ne connoissons point, ils ne peuvent nous donner des idées *que des effets*, et jamais des causes; il faudra donc nous réduire à appeler cause un effet général, et renoncer à savoir au delà.

Ces effets généraux sont pour nous les vraies lois de la nature: tous les phénomènes que nous reconnoîtrons tenir à ces lois et en dépendre, seront autant de faits expliqués, autant de vérités comprises; ceux que nous ne pourrons y rapporter, seront de simples faits qu'il faut mettre en réserve, en attendant qu'un plus grand nombre d'observations et une plus longue expérience nous apprennent d'autres faits, et nous découvrent la cause physique, c'est-à-dire l'effet général dont ces effets particuliers dérivent. C'est ici où l'union des deux sciences mathématique et physique peut donner de grands avantages: l'une donne le combien, et l'autre le comment des choses; et comme il s'agit ici de combiner et d'estimer des probabilités pour juger si un effet dépend plutôt d'une cause que d'une autre, lorsque vous avez imaginé par la physique le comment, c'est-à-dire lorsque vous avez vu qu'un tel effet pourroit bien dépendre de telle cause, vous appliquez ensuite le calcul pour vous assurer du combien de cet effet combiné avec sa cause; et si vous trouvez que le résultat s'accorde avec les observations, la probabilité que vous avez deviné juste augmente si fort, qu'elle devient une certitude, au lieu que sans ce secours elle seroit demeurée simple probabilité.

Il est vrai que cette union des mathématiques et de la physique ne peut se faire que pour un très-petit nombre de sujets: il faut pour cela que les phénomènes que nous cherchons à expliquer soient susceptibles d'être considérés d'une manière abstraite, et que de leur nature ils soient dénués de presque toutes qualités physiques; car pour peu qu'ils soient composés, le calcul ne peut plus s'y appliquer. La plus belle et la plus heureuse application qu'on en ait jamais faite est au système du monde; et il faut avouer que si Newton ne nous eût donné que les idées physiques de son système, sans les avoir appuyées sur des évaluations précises et mathématiques, elles n'auroient pas eu, à beaucoup près, la même force: mais on doit sentir en même temps qu'il y a très-peu de sujets aussi simples, c'est-à-dire aussi dénués de qualités physiques que l'est celui-ci; car la distance des planètes est si grande, qu'on peut les considérer les unes à l'égard des autres comme n'étant que des points. On peut en même temps, sans se tromper, faire abstraction de toutes les qualités physiques des planètes, et ne considérer que leur force d'attraction: leurs mouvemens sont d'ailleurs les plus réguliers que nous connoissions, et n'éprouvent aucun retardement par la résistance. Tout cela concourt à rendre l'explication du système du monde un problème de mathématique, auquel il ne falloit qu'une idée physique heureusement conçue pour la réaliser; et cette idée est d'avoir pensé que la force qui fait tomber les graves à la surface de la terre, pourroit bien être la même que celle qui retient la lune dans son orbite.

Mais, je le répète, il y a bien peu de sujets en physique où l'on puisse appliquer aussi avantageusement les sciences abstraites, et je ne vois guère que l'astronomie et l'optique auxquelles elles puissent être d'une grande utilité: l'astronomie par les raisons que nous venons d'exposer, et l'optique parce que la lumière étant un corps presque infi-

niment petit, dont les effets s'opèrent en ligne droite avec une vitesse presque infinie, ses propriétés sont presque mathématiques; ce qui fait qu'on peut y appliquer avec quelque succès le calcul et les mesures géométriques. Je ne parlerai pas des mécaniques, parce que la mécanique *rationnelle* est elle-même une science mathématique et abstraite, de laquelle la mécanique pratique, ou l'art de faire et de composer les machines, n'emprunte qu'un seul principe par lequel on peut juger tous les effets en faisant abstraction des frottemens et des autres qualités physiques. Aussi m'a-t-il toujours paru qu'il y avoit une espèce d'abus dans la manière dont on professe la physique expérimentale, l'objet de cette science n'étant point du tout celui qu'on lui prête. La démonstration des effets mécaniques, comme de la puissance des leviers, des poulies, de l'équilibre des solides et des fluides, de l'effet des plans inclinés, de celui des forces centrifuges, etc., appartenant entièrement aux mathématiques, et pouvant être saisie par les yeux de l'esprit avec la dernière évidence, il me paroît superflu de la représenter à ceux du corps : le vrai but est, au contraire, de faire des expériences sur toutes les choses que nous ne pouvons pas mesurer par le calcul, sur tous les effets dont nous ne connoissons pas encore les causes, et sur toutes les propriétés dont nous ignorons les circonstances; cela seul peut nous conduire à de nouvelles découvertes, au lieu que la démonstration des effets mathématiques ne nous apprendra jamais que ce que nous savons déjà.

Mais cet abus n'est rien en comparaison des inconvéniens où l'on tombe lorsqu'on veut appliquer la géométrie et le calcul à des objets dont nous ne connoissons pas assez les propriétés pour pouvoir les mesurer : on est obligé dans tous ces cas de faire des suppositions toujours contraires à la nature, de dépouiller le sujet de la plupart de ses qualités, d'en faire un être abstrait qui ne ressemble plus à l'être réel; et lorsqu'on a beaucoup raisonné et calculé sur les rapports et les propriétés de cet être abstrait, et qu'on est arrivé à une conclusion tout aussi abstraite, on croit avoir trouvé quelque chose de réel, et on transporte ce résultat idéal dans le sujet réel; ce qui produit une infinité de fausses conséquences et d'erreurs.

C'est ici le point le plus délicat et le plus important de l'étude des sciences : savoir bien distinguer ce qu'il y a de réel dans un sujet de ce que nous y mettons d'arbitraire en le considérant, reconnoître clairement les propriétés qui lui appartiennent et celles que nous lui prêtons, me paroît être le fondement de la vraie méthode de conduire son esprit dans les sciences; et si on ne perdoit jamais de vue ce principe, on ne feroit pas une fausse démarche, on éviteroit de tomber dans ces erreurs savantes qu'on reçoit souvent comme des vérités : on verroit disparoître les paradoxes, les questions insolubles des sciences abstraites; on reconnoîtroit les préjugés et les incertitudes que nous portons nous-mêmes dans les sciences réelles; on viendroit alors à s'entendre sur la métaphysique des sciences; on cesseroit de disputer, et on se réuniroit pour marcher dans la même route à la suite de l'expérience, et arriver enfin à la connoissance de toutes les vérités qui sont du ressort de l'esprit humain.

Lorsque les sujets sont trop compliques pour qu'on puisse y appliquer avec avantage le calcul et les mesures, comme le sont presque tous ceux de l'histoire naturelle et de la physique particulière, il me paroît que la vraie méthode de conduire son esprit dans ces recherches, c'est d'avoir recours aux observations, de les rassembler, d'en faire de nouvelles, et en assez grand nombre pour nous assurer de la vérité des faits principaux, et de n'employer la méthode mathematique que pour estimer les probabilites des conséquences qu'on peut tirer de ces faits; surtout il faut tâcher de les généraliser et de bien distinguer ceux qui sont essentiels de ceux qui ne sont qu'accessoires au sujet que nous considérons; il faut ensuite les lier ensemble par les analogies, confirmer ou détruire certains points équivoques par le moyen des expériences, former son plan d'explication sur la combinaison de tous ces rapports, et les présenter dans l'ordre le plus naturel. Cet ordre peut se prendre de deux façons : la première est de remonter des effets particuliers à des effets plus généraux, et l'autre de descendre du général au particulier : toutes deux sont bonnes, et le choix de l'une ou de l'autre dépend plutôt du génie de l'auteur que de la nature des choses, qui toutes peuvent être également bien traitées par l'une ou par l'autre de ces manières. Nous allons donner des essais de cette méthode dans les discours suivans, de la Théorie de la Terre, de la Formation des Planètes et de la Génération des Animaux.

SECOND DISCOURS.

HISTOIRE ET THÉORIE DE LA TERRE.

Vidi ego, quod fuerat quondam solidissima tellus
Esse fretum; vidi factas ex æquore terras;
Et procul à pelago conchæ jacuêre marinæ,
Et vetus inventa est in montibus anchora summis;
Quodque fuit campus, vallem decursus aquarum
Fecit, et eluvie mons est deductus in æquor.
(Ovid., Metam., lib. xv, v. 262.)

Il n'est ici question ni de la figure [1] de la terre, ni de son mouvement, ni des rapports qu'elle peut avoir à l'extérieur avec les autres parties de l'univers; c'est sa constitution intérieure, sa forme et sa matière, que nous nous proposons d'examiner. L'histoire générale de la terre doit précéder l'histoire particulière de ses productions, et les détails des faits singuliers de la vie et des mœurs des animaux, ou de la culture et de la végétation des plantes, appartiennent peut-être moins à l'histoire naturelle que les résultats généraux des observations qu'on a faites sur les différentes matières qui composent le globe terrestre, sur les éminences, les profondeurs et les inégalités de sa forme, sur le mouvement des mers, sur la direction des montagnes, sur la position des carrières, sur la rapidité et les effets des courans de la mer, etc. Ceci est la nature en grand, et ce sont là ses principales opérations; elles influent sur toutes les autres, et la théorie de ces effets est une première science de laquelle dépend l'intelligence des phénomènes particuliers, aussi bien que la connoissance exacte des substances terrestres; et quand même on voudroit donner à cette partie des sciences naturelles le nom de *physique*, toute physique où l'on n'admet point de systèmes n'est-elle pas l'histoire de la nature?

Dans des sujets d'une vaste étendue dont les rapports sont difficiles à rapprocher, où les faits sont inconnus en partie, et pour le reste incertains, il est plus aisé d'imaginer un système que de donner une théorie: aussi la théorie de la terre n'a-t-elle jamais été traitée que d'une manière vague et hypothétique. Je ne parlerai donc que légèrement des idées singulières de quelques auteurs qui ont écrit sur cette matière.

L'un [2], plus ingénieux que raisonnable, astronome convaincu du système de Newton, envisageant tous les événemens possibles du cours de la direction des astres, explique, à l'aide d'un calcul mathématique, par la queue d'une comète, tous les changemens qui sont arrivés au globe terrestre.

Un autre [3], théologien hétérodoxe, la tête échauffée de visions poétiques, croit avoir vu créer l'univers. Osant prendre le style prophétique, après nous avoir dit ce qu'étoit la terre au sortir du néant, ce que le déluge y a changé, ce qu'elle a été, et ce qu'elle est, il nous prédit ce qu'elle sera, même après la destruction du genre humain.

Un troisième [4], à la vérité meilleur observateur que les deux premiers, mais tout aussi peu réglé dans ses idées, explique, par un abîme immense d'un liquide contenu dans les entrailles du globe, les principaux phénomènes de la terre, laquelle, selon lui, n'est qu'une croûte superficielle et fort mince, qui sert d'enveloppe au fluide qu'elle renferme.

Toutes ces hypothèses, faites au hasard, et qui ne portent que sur des fondemens ruineux, n'ont point éclairci les idées, et ont confondu les faits. On a mêlé la fable à la physique: aussi ces systèmes n'ont été reçus que de ceux qui reçoivent tout aveuglément, incapables qu'ils sont de distinguer les nuan-

1. Voyez ci-après les Preuves de la Théorie de la terre, art. I.

2. Whiston. Voyez les Preuves de la Théorie de la terre, art. II.

3. Burnet. Voyez les Preuves de la Théorie de la terre, art. III.

4. Woodward. Voyez les Preuves, art. IV.

ces du vraisemblable, et plus flattés du merveilleux que frappés du vrai.

Ce que nous avons à dire au sujet de la terre sera sans doute moins extraordinaire, et pourra paroître commun en comparaison des grands systèmes dont nous venons de parler : mais on doit se souvenir qu'un historien est fait pour décrire et non pour inventer, qu'il ne doit se permettre aucune supposition, et qu'il ne peut faire usage de son imagination que pour combiner les observations, généraliser les faits, et en former un ensemble qui présente à l'esprit un ordre méthodique d'idées claires et de rapports suivis et vraisemblables : je dis vraisemblables, car il ne faut pas espérer qu'on puisse donner des démonstrations exactes sur cette matière, elles n'ont lieu que dans les sciences mathématiques; et nos connoissances en physique et en histoire naturelle dépendent de l'expérience et se bornent à des inductions.

Commençons donc par nous représenter ce que l'expérience de tous les temps et ce que nos propres observations nous apprennent au sujet de la terre. Ce globe immense nous offre, à la surface, des hauteurs, des profondeurs, des plaines, des mers, des marais, des fleuves, des cavernes, des gouffres, des volcans; et à la première inspection nous ne découvrons en tout cela aucune régularité, aucun ordre. Si nous pénétrons dans son intérieur, nous y trouverons des métaux, des minéraux, des pierres, des bitumes, des sables, des terres, des eaux et des matières de toute espèce, placées comme au hasard et sans aucune règle apparente. En examinant avec plus d'attention, nous voyons des montagnes[1] affaissées, des rochers fendus et brisés, des contrées englouties, des îles nouvelles, des terrains submergés, des cavernes comblées; nous trouvons des matières pesantes souvent posées sur des matières légères; des corps durs environnés de substances molles; des choses sèches, humides, chaudes, froides, solides, friables, toutes mêlées et dans une espèce de confusion qui ne nous présente d'autre image que celle d'un amas de débris et d'un monde en ruine.

Cependant nous habitons ces ruines avec une entière sécurité; les générations d'hommes, d'animaux, de plantes, se succèdent sans interruption : la terre fournit abondamment à leur subsistance; la mer a des limites et des lois, ses mouvemens y sont assujettis; l'air a ses courans réglés[2], les saisons ont leurs retours périodiques et certains, la verdure n'a jamais manqué de succéder aux frimas; tout nous paroît être dans l'ordre : la terre, qui tout à l'heure n'étoit qu'un chaos, est un séjour délicieux, où règnent le calme et l'harmonie, où tout est animé et conduit avec une puissance et une intelligence qui nous remplissent d'admiration et nous élèvent jusqu'au Créateur.

Ne nous pressons donc pas de prononcer sur l'irrégularité que nous voyons à la surface de la terre, et sur le désordre apparent qui se trouve dans son intérieur : car nous en reconnoîtrons bientôt l'utilité, et même la nécessité; et en y faisant plus d'attention, nous y trouverons peut-être un ordre que nous ne soupçonnions pas, et des rapports généraux que nous n'apercevions pas au premier coup d'œil. A la vérité, nos connoissances à cet égard seront toujours bornées: nous ne connoissons point encore la surface entière[3] du globe : nous ignorons en partie ce qui se trouve au fond des mers; il y en a dont nous n'avons pu sonder les profondeurs; nous ne pouvons pénétrer que dans l'écorce de la terre, et les[4] plus grandes cavités, les mines[5] les plus profondes, ne descendent pas à la huit millième partie de son diamètre. Nous ne pouvons donc juger que de la couche extérieure et presque superficielle; l'intérieur de la masse nous est entièrement inconnu. On sait que, volume pour volume, la terre pèse quatre fois plus que le soleil. On a aussi le rapport de sa pesanteur avec les autres planètes : mais ce n'est qu'une estimation relative; l'unité de mesure nous manque, le poids réel de la matière nous étant inconnu : en sorte que l'intérieur de la terre pourroit être ou vide ou rempli d'une matière mille fois plus pesante que l'or, et nous n'avons aucun moyen de le reconnoître; à peine pouvons-nous former sur cela quelques[6] conjectures raisonnables[7].

1. Vide *Senec. Quæst.*, lib. VI, cap. 21; *Strab. Geograph.*, lib. I; *Oros.*, lib. II, cap. 18; *Plin.*, lib. II, cap. 19; *Histoire de l'Académie des Sciences*, année 1708, page 23.

2. Voyez les Preuves, art. XIV.

3. Voyez les Preuves, art. VI.

4. Voyez *Trans. phil. abrig.*, vol. II, page 323.

5. Voyez *Boyle's Works*, vol. III, page 232.

6. Voyez les Preuves, art. I.

7. Lorsque j'ai écrit ce Traité de la Théorie de la terre, en 1744, je n'étois pas instruit de tous les faits par lesquels on peut reconnoître que la densité du globe terrestre, prise généralement, est moyenne entre les densités du fer, des marbres, des grès, de la pierre et du verre, telle que je l'ai déterminée dans mon premier Mémoire; je n'avois pas fait alors toutes les expériences qui m'ont conduit à ce résultat; il me manquoit aussi beaucoup

Il faut donc nous borner à examiner et à décrire la surface de la terre, et la petite épaisseur intérieure dans laquelle nous avons pénétré. La première chose qui se présente, c'est l'immense quantité d'eau qui couvre la plus grande partie du globe. Ces eaux occu-

d'observations que j'ai recueillies dans ce long espace de temps : ces expériences toutes faites dans la même vue, et ces observations, nouvelles pour la plupart, ont étendu mes premières idées, et m'en ont fait naître d'autres accessoires et même plus élevées ; en sorte que ces *conjectures raisonnables* que je soupçonnois dès lors qu'on pouvoit former, me paroissent être devenues des inductions très-plausibles, desquelles il résulte que le globe de la terre est principalement composé, depuis la surface jusqu'au centre, d'une matière vitreuse un peu plus dense que le verre pur ; la lune, d'une matière aussi dense que la pierre calcaire ; Mars, d'une matière à peu près aussi dense que celle du marbre ; Vénus, d'une matière un peu plus dense que l'émeril ; Mercure, d'une matière un peu plus dense que l'étain ; Jupiter, d'une matière moins dense que la craie ; et Saturne, d'une matière presque aussi légère que la pierre ponce ; et enfin que les satellites de ces deux grosses planètes sont composés d'une matière encore plus légère que leur planète principale.

Il est certain que le centre de gravité du globe, ou plutôt du sphéroïde terrestre, coïncide avec son centre de grandeur, et que l'axe sur lequel il tourne passe par ces mêmes centres, c'est-à-dire par le milieu du sphéroïde, et que par conséquent il est de même densité dans toutes ses parties correspondantes : s'il en étoit autrement, et que le centre de grandeur ne coïncidât pas avec le centre de gravité, l'axe de rotation se trouveroit alors plus d'un côté que de l'autre ; et, dans les différens hémisphères de la terre, la durée de la révolution paroîtroit inégale. Or, cette révolution est parfaitement la même pour tous les climats : ainsi toutes les parties correspondantes du globe sont de la même densité relative.

Et comme il est démontré par son renflement à l'équateur et par sa chaleur propre, encore actuellement existante, que, dans son origine, le globe terrestre étoit composé d'une matière liquéfiée par le feu, qui s'est rassemblée par sa force d'attraction mutuelle, la réunion de cette matière en fusion n'a pu former qu'une sphère pleine depuis le centre à la circonférence, laquelle sphère pleine ne diffère d'un globe parfait que par ce renflement sous l'équateur et cet abaissement sous les pôles, produits par la force centrifuge dès les premiers momens que cette masse encore liquide a commencé à tourner sur elle-même.

Nous avons démontré que le résultat de toutes les matières qui éprouvent la violente action du feu, est l'état de vitrification ; et comme toutes se réduisent en verre plus ou moins pesant, il est nécessaire que l'intérieur du globe soit en effet une matière vitrée, de la même nature que la roche vitreuse, qui fait partout le fond de sa surface au dessous des argiles, des sables vitrescibles, des pierres calcaires, et de toutes les autres matières qui ont été remuées, travaillées et transportées par les eaux.

Ainsi l'intérieur du globe est une masse de matière vitrescible, peut-être spécifiquement un peu plus pesante que la roche vitreuse, dans les fentes de laquelle nous cherchons les métaux ; mais elle est de même nature, et n'en diffère qu'en ce qu'elle est plus massive et plus pleine : il n'y a de vides et de cavernes que dans les couches extérieures ; l'intérieur doit être plein ; car ces cavernes n'ont pu se former qu'à la surface, dans le temps de la consolidation et du premier refroidissement : les fentes perpendiculaires qui se trouvent dans les montagnes, ont été formées presque en même temps, c'est-à-dire lorsque les matières se sont resserrées par le refroidissement : toutes ces cavités ne pouvoient se faire qu'à la surface, comme l'on voit dans une masse de verre ou de minéral fondu les éminences et les trous se présenter à la superficie, tandis que l'intérieur du bloc est solide et plein.

Indépendamment de cette cause générale de la formation des cavernes et des fentes à la surface de la terre, la force centrifuge étoit une autre cause qui, se combinant avec celle du refroidissement, a produit dans le commencement de plus grandes cavernes et de plus grandes inégalités dans les climats où elle agissoit le plus puissamment. C'est par cette raison que les plus hautes montagnes et les plus grandes profondeurs se sont trouvées voisines des tropiques et de l'équateur ; c'est par la même raison qu'il s'est fait dans ces contrées méridionales plus de bouleversemens que nulle part ailleurs. Nous ne pouvons déterminer le point de profondeur auquel les couches de la terre ont été boursoufflées par le feu et soulevées en cavernes ; mais il est certain que cette profondeur doit être bien plus grande à l'équateur que dans les autres climats, puisque le globe, avant sa consolidation, s'y est élevé de six lieues un quart de plus que sous les pôles. Cette espèce de croûte ou de calotte va toujours en diminuant d'épaisseur depuis l'équateur, et se termine à rien sous les pôles. La matière qui compose cette croûte est la seule qui ait été déplacée dans le temps de la liquéfaction, et refoulée par l'action de la force centrifuge ; le reste de la matière qui compose l'intérieur du globe, est demeuré fixe dans son assiette, et n'a subi ni changement, ni soulèvement, ni transport : les vides et les cavernes n'ont donc pu se former que dans cette croûte extérieure ; elles se sont trouvées d'autant plus grandes et plus fréquentes que cette croûte étoit plus épaisse, c'est-à-dire plus voisine de l'équateur. Aussi les plus grands affaissemens se sont faits et se feront encore dans les parties méridionales, où se trouvent de même les plus grandes inégalités de la surface du globe, et, par la même raison, le plus grand nombre de cavernes, de fentes et de mines métalliques qui ont rempli ces fentes dans le temps de leur fusion ou de leur sublimation.

L'or et l'argent, qui ne font qu'une quantité, pour ainsi dire, infiniment petite en comparaison de celle des autres matières du globe, ont été sublimés en vapeurs, et se sont séparés de la matière vitrescible commune par l'action de la chaleur, de la même manière que l'on voit sortir d'une plaque d'or ou d'argent exposée au foyer d'un miroir ardent, des particules qui s'en séparent par la sublimation, et qui dorent ou argentent les corps que l'on expose à cette vapeur métallique : ainsi l'on ne peut pas croire que ces métaux, susceptibles de sublimation, même à une chaleur médiocre, puissent être entrés en grande partie dans la composition du globe, ni qu'ils soient placés à de

pent toujours les parties les plus basses; elles sont aussi toujours de niveau, et elles tendent perpétuellement à l'équilibre et au repos. Cependant nous les voyons[1] agitées par une forte puissance, qui, s'opposant à la tranquillité de cet élément, lui imprime un mouvement périodique et réglé, soulève et abaisse alternativement les flots, et fait un balancement de la masse totale des mers, en les remuant jusqu'à la plus grande profondeur. Nous savons que ce mouvement est de tous les temps, et qu'il durera autant que la lune et le soleil, qui en sont les causes.

Considérant ensuite le fond de la mer, nous y remarquons autant d'inégalités[2] que sur la surface de la terre; nous y trouvons des hauteurs[3], des vallées, des plaines, des profondeurs, des rochers, des terrains de toute espèce : nous voyons que toutes les îles ne sont que les sommets[4] de vastes montagnes, dont le pied et les racines sont couverts de l'élément liquide ; nous y trouvons d'autres sommets de montagnes qui sont presque à fleur d'eau. Nous y remarquons des courans[5] rapides qui semblent se soustraire au mouvement général : on les voit[6] se porter quelquefois constamment dans la même direction, quelquefois rétrograder, et ne jamais excéder leurs limites, qui paroissent aussi invariables que celles qui bornent les efforts des fleuves de la terre. Là sont ces contrées orageuses où les vents en fureur précipitent la tempête, où la mer et le ciel, également agités, se choquent et se confondent : ici sont des mouvemens intestins, des bouillonnemens[7], des trombes[8] et des agitations extraordinaires causées par des volcans dont la bouche submergée vomit le feu du sein des ondes, et pousse jusqu'aux nues une épaisse vapeur mêlée d'eau, de soufre et de bitume. Plus loin, je vois ces gouffres[9] dont on n'ose approcher, qui semblent attirer les vaisseaux pour les engloutir : au delà j'aperçois ces vastes plaines, toujours calmes et tranquilles[10], mais tout aussi dangereuses, où les vents n'ont jamais exercé leur empire, où l'art du nautonier devient inutile, où il faut rester et périr : enfin, portant les yeux jusqu'aux extrémités du globe, je vois ces glaces[11] énormes qui se détachent des continens des pôles, et viennent, comme des montagnes flottantes, voyager et se fondre jusque dans les régions tempérées[12].

Voilà les principaux objets que nous offre le vaste empire de la mer : des milliers d'habitans de différentes espèces en peuplent toute l'étendue; les uns, couverts d'écailles légères, en traversent avec rapidité les différens pays; d'autres, chargés d'une épaisse coquille, se traînent pesamment, et marquent avec lenteur leur route sur le sable; d'autres, à qui la nature a donné des nageoires en forme d'ailes, s'en servent pour s'élever et se soutenir dans les airs; d'autres enfin, à qui tout mouvement a été refusé, croissent et vivent attachés aux rochers : tous trouvent dans cet élément leur pâture. Le fond de la mer produit abondamment des plantes, des mousses, et des végétations encore plus singulières. Le terrain de la mer est de sable, de gravier, souvent de vase, quelquefois de terre ferme, de coquillages, de rochers, et partout il ressemble à la terre que nous habitons.

Voyageons maintenant sur la partie sèche

grandes profondeurs dans son intérieur. Il en est de même de tous les autres métaux et minéraux, qui sont encore plus susceptibles de se sublimer par l'action de la chaleur; et à l'égard des sables vitrescibles et des argiles, qui ne sont que des détrimens de scories vitrées dont la surface du globe étoit couverte immédiatement après le premier refroidissement, il est certain qu'elles n'ont pu se loger dans l'intérieur, et qu'elles pénètrent tout au plus aussi bas que les filons métalliques dans les fentes et dans les autres cavités de cette ancienne surface de la terre, maintenant recouverte par toutes les matières que les eaux ont déposées.

Nous sommes donc bien fondés à conclure que le globe de la terre n'est, dans son intérieur, qu'une masse solide de matière vitrescible, sans vides, sans cavités, et qu'il ne s'en trouve que dans les couches qui soutiennent celles de sa surface; que sous l'équateur, et dans les climats méridionaux, ces cavités ont été et sont encore plus grandes que dans les climats tempérés ou septentrionaux, parce qu'il y a eu deux causes qui les ont produites sous l'équateur, savoir, la force centrifuge et le refroidissement ; au lieu que, sous les pôles, il n'y a eu que la seule cause du refroidissement : en sorte que, dans les parties méridionales, les affaissemens ont été bien plus considérables, les inégalités plus grandes, les fentes perpendiculaires plus fréquentes, et les mines des métaux précieux plus abondantes. (*Add. Buff.*)

1. Voyez les Preuves, art. XII.
2. Voyez les Preuves, art. XIII.
3. Voyez la Carte dressée en 1737 par M. Buache, des profondeurs de l'Océan entre l'Afrique et l'Amérique.
4. Voyez *Varen. Geogr. gen.*, page 218.
5. Voyez les Preuves, art XIII.
6. Voyez *Varen.*, p. 140. Voyez aussi les *Voyages de Pyrard*, p. 137.
7. Voyez les *Voyages de Shaw*, tome II, page 56.
8. Voyez les Preuves, art. XVI.
9. Le Malestroom dans la mer de Norwége.
10. Les calmes et les tornados de la mer Éthiopique.
11. Voyez les Preuves, art. VI et X.
12. Voyez la Carte de l'expédition de M. Bouvet, dressée par M. Buache, en 1739.

du globe : quelle différence prodigieuse entre les climats ! quelle variété de terrains ! quelle inégalité de niveau ! Mais observons exactement, et nous reconnoîtrons que les grandes[1] chaînes de montagnes se trouvent plus voisines de l'équateur que des pôles; que dans l'ancien continent elles s'étendent d'orient en occident beaucoup plus que du nord au sud, et que dans le Nouveau-Monde elles s'étendent au contraire du nord au sud beaucoup plus que d'orient en occident : mais ce qu'il y a de très-remarquable, c'est que la forme de ces montagnes et leurs contours, qui paroissent absolument irréguliers[2], ont cependant des directions suivies et correspondantes[3] entre elles; en sorte que les angles saillans d'une montagne se trouvent toujours opposés aux angles rentrans de la montagne voisine, qui en est séparée par un vallon ou par une profondeur. J'observe aussi que les collines opposées ont toujours à très-peu près la même hauteur, et qu'en général les montagnes occupent le milieu des continens, et partagent, dans la plus grande longueur, les îles, les promontoires, et les autres[4] terres avancées. Je suis de même la direction des plus grands fleuves, et je vois qu'elle est toujours presque perpendiculaire à la côte de la mer dans laquelle ils ont leur embouchure, et que, dans la plus grande partie de leur cours, ils vont à peu près[5] comme les chaînes de montagnes dont ils prennent leur source et leur direction. Examinant ensuite les rivages de la mer, je trouve qu'elle est ordinairement bornée par des rochers, des marbres, et d'autres pierres dures, ou bien par des terres et des sables qu'elle a elle-même accumulés ou que les fleuves ont amenés, et je remarque que les côtes voisines, et qui ne sont séparées que par un bras ou par un petit trajet de mer, sont composées des mêmes matières, et que les lits de terre sont les mêmes de l'un et de l'autre côté[6]. Je vois que les volcans se[7] trouvent tous dans les hautes montagnes, qu'il y en a un grand nombre dont les feux sont entièrement éteints, que quelques-uns de ces volcans ont des correspondances[8] souterraines, et que leurs explosions se font quelquefois en même temps. J'aperçois une correspondance semblable entre certains lacs et les mers voisines. Ici sont des fleuves et des torrens[9] qui se perdent tout à coup, et paroissent se précipiter dans les entrailles de la terre; là est une mer intérieure où se rendent cent rivières, qui y portent de toutes parts une énorme quantité d'eau, sans jamais augmenter ce lac immense, qui semble rendre par des voies souterraines tout ce qu'il reçoit par ses bords; et, chemin faisant, je reconnois aisément les pays anciennement habités, je les distingue de ces contrées nouvelles, où le terrain paroît encore tout brut, où les fleuves sont remplis de cataractes, où les terres sont en partie submergées, marécageuses, ou trop arides, où la distribution des eaux est irrégulière, où des bois incultes couvrent toute la surface des terrains qui peuvent produire.

Entrant dans un plus grand détail, je vois que la première couche[10], qui enveloppe le globe, est partout d'une même substance; que cette substance, qui sert à faire croître et à nourrir les végétaux et les animaux, n'est elle-même qu'un composé de parties animales et végétales détruites ou plutôt réduites en petites parties, dans lesquelles l'ancienne organisation n'est pas sensible. Pénétrant plus avant, je trouve la vraie terre; je vois des couches de sable, de pierres à chaux, d'argile, de coquillages, de marbre, de gravier, de craie, de plâtre, etc., et je remarque que ces[11] couches sont toujours posées parallèlement les unes[12] sur les autres, et que chaque couche a la même épaisseur dans toute son étendue. Je vois que dans les collines voisines les mêmes matières se trouvent au même niveau, quoique les collines soient séparées par des intervalles profonds et considérables. J'observe que dans tous les lits de terre, et[13] même dans les couches plus solides, comme dans les rochers, dans les carrières de marbres et de pierres, il y a des fentes, et que ces fentes sont perpendiculaires à l'horizon, et que, dans les plus grandes comme dans les plus petites profondeurs, c'est une espèce de règle que la nature suit constamment. Je vois de plus que dans l'intérieur de la terre, sur la cime des monts[14] et dans les lieux les plus éloignés de la mer, on trouve des coquilles, des squelettes de poissons de mer, des plantes marines, etc., qui sont entière-

1. Voyez les Preuves, art. IX.
2. Voyez les Preuves, art. IX et XII.
3. Voyez *Lettres phil.* de Bourguet, page 181.
4. Vide *Varenii Geogr.*, p. 69.
5. Voyez les Preuves, art. X.
6. Voyez les Preuves, art. VII.
7. Ibid., art. XVI.
8. Vide *Kircher. Mund. subter.* in præf.
9. Voyez *Varen. Geogr.*, page 43.
10. Voyez les Preuves, art. VII.
11. Voyez les Preuves, art. VII.
12. Voyez *Woodward*, page 41, etc.
13. Voyez les Preuves, art. VIII.
14. Ibid

ment semblables aux coquilles, aux poissons, aux plantes actuellement vivantes dans la mer, et qui en effet sont absolument les mêmes. Je remarque que ces coquilles pétrifiées sont en prodigieuse quantité, qu'on en trouve dans une infinité d'endroits, qu'elles sont renfermées dans l'intérieur des rochers et des autres masses de marbre et de pierre dure, aussi bien que dans les craies et dans les terres; et que non-seulement elles sont renfermées dans toutes ces matières, mais qu'elles y sont incorporées, pétrifiées, et remplies de la substance même qui les environne. Enfin, je me trouve convaincu, par des observations réitérées, que les marbres, les pierres, les craies, les marnes, les argiles, les sables, et presque toutes les matières terrestres, sont remplies de [1] coquilles et d'autres débris de la mer, et cela par toute la terre, et dans tous les lieux où l'on a pu faire des observations exactes.

Tout cela posé, raisonnons.

Les changemens qui sont arrivés au globe terrestre, depuis deux et même trois mille ans, sont fort peu considérables en comparaison des révolutions qui ont dû se faire dans les premiers temps après la création; car il est aisé de démontrer que comme toutes les matières terrestres n'ont acquis de la solidité que par l'action continuée de la gravité et des autres forces qui rapprochent et réunissent les particules de la matière, la surface de la terre devoit être au commencement beaucoup moins solide qu'elle ne l'est devenue dans la suite, et que par conséquent les mêmes causes qui ne produisent aujourd'hui que des changemens presque insensibles dans l'espace de plusieurs siècles, devoient causer alors de très-grandes révolutions dans un petit nombre d'années. En effet, il paroit certain que la terre, actuellement sèche et habitée, a été autrefois sous les eaux de la mer, et que ces eaux étoient supérieures aux sommets des plus hautes montagnes, puisqu'on trouve sur ces montagnes et jusque sur leurs sommets des productions marines et des coquilles [2] qui, comparées avec les coquillages vivans, sont les mêmes, et qu'on ne peut douter de leur

1. Voyez Sténon, Woodward, Ray, Bourguet, Scheuchzer, les *Trans. philos.*, *les Mémoires de l'Académie*, etc.

2. Ceci exige une explication, et demande même quelques restrictions. Il est certain et reconnu par mille et mille observations, qu'il se trouve des coquilles et d'autres productions de la mer sur toute la surface de la terre actuellement habitée, et même sur les montagnes, à une très-grande hauteur. J'ai avancé, d'après l'autorité de Woodward, qui, le premier, a recueilli ces observations, qu'on trouvoit aussi des coquilles jusque sur les sommets des plus hautes montagnes; d'autant que j'étois assuré par moi-même et par d'autres observations assez récentes, qu'il y en a dans les Pyrénées et les Alpes, à 900, 1000, 1200 et 1500 toises de hauteur au dessus du niveau de la mer; qu'il s'en trouve de même dans les montagnes de l'Asie, et qu'enfin dans les Cordilières, en Amérique, on en a nouvellement découvert un banc à plus de 2000 toises au dessus du niveau de la mer.

On ne peut donc pas douter que, dans toutes les différentes parties du monde, et jusqu'à la hauteur de 1500 ou 2000 toises au dessus du niveau des mers actuelles, la surface du globe n'ait été couverte des eaux, et pendant un temps assez long, pour y produire ces coquillages et les laisser multiplier; car leur quantité est si considérable, que leurs débris forment des bancs de plusieurs lieues d'étendue, souvent de plusieurs toises d'épaisseur sur une largeur indéfinie; en sorte qu'ils composent une partie assez considérable des couches extérieures de la surface du globe, c'est-à-dire, toute la matière calcaire, qui, comme l'on sait, est très-commune et très-abondante en plusieurs contrées. Mais au dessus des plus hauts points d'élévation, c'est-à-dire, au dessus de 1500 ou 2000 toises de hauteur, et souvent plus bas, on a remarqué que les sommets de plusieurs montagnes sont composés de roc vif, de granite et d'autres matières vitrescibles produites par le feu primitif, lesquelles ne contiennent en effet ni coquilles, ni madrépores, ni rien qui ait rapport aux matières calcaires. On peut donc en inférer que la mer n'a pas atteint, ou du moins n'a surmonté que pendant un petit temps, ces parties les plus élevées et ces pointes les plus avancées de la surface de la terre.

Comme l'observation de don Ulloa, que nous venons de citer au sujet des coquilles trouvées sur les Cordilières, pourroit paroître encore douteuse, ou du moins comme isolée et ne faisant qu'un seul exemple, nous devons rapporter à l'appui de son témoignage celui d'Alphonse Barba, qui dit qu'au milieu de la partie la plus montagneuse du Pérou, on trouve des coquilles de toutes grandeurs, les unes concaves et les autres convexes, et très-bien imprimées. Ainsi l'Amérique, comme toutes les autres parties du monde, a également été couverte par les eaux de la mer; et si les premiers observateurs ont cru qu'on ne trouvoit point de coquilles sur les montagnes des Cordilières, c'est que ces montagnes, les plus élevées de la terre, sont pour la plupart des volcans actuellement agissans, ou des volcans éteints, lesquels, par leurs éruptions, ont recouvert de matières brûlées toutes les terres adjacentes; ce qui a non seulement enfoui, mais détruit toutes les coquilles qui pouvoient s'y trouver. Il ne seroit donc pas étonnant qu'on ne rencontrât point de productions marines autour de ces montagnes, qui sont aujourd'hui ou qui ont été autrefois embrasées; car le terrain qui les enveloppe ne doit être qu'un composé de cendres, de scories, de verre, de lave et d'autres matières brûlées ou vitrifiees; ainsi il n'y a d'autre fondement à l'opinion de ceux qui prétendent que la mer n'a pas couvert les montagnes, si ce n'est qu'il y a plusieurs de leurs sommets où l'on ne voit aucune coquille ni autres productions marines. Mais comme on trouve en une infinité d'endroits, et jusqu'à 1500 et 2000 toises de hauteur, des coquilles et d'autres productions de la mer, il est évident qu'il y a eu peu de pointes ou crêtes de montagnes

parfaite ressemblance, ni de l'identité de leurs espèces. Il paroît aussi que les eaux de la mer ont séjourné quelque temps sur cette terre, puisqu'on trouve en plusieurs endroits des bancs de coquilles si prodigieux et si étendus, qu'il n'est pas possible qu'une aussi grande [1] multitude d'animaux ait été tout à la fois vivante en même temps. Cela semble prouver aussi que, quoique les matières qui composent la surface de la terre fussent alors dans un état de mollesse qui les rendoit susceptibles d'être aisément divisées, remuées et transportées par les eaux, ces mouvemens ne se sont pas faits tout à coup, mais successivement et par degrés; et comme on trouve quelquefois des productions de la mer à mille et douze cents pieds de profondeur, il paroît que cette épaisseur de terre ou de pierre étant si considérable, il a fallu des années pour la produire; car, quand on voudroit supposer que dans le déluge universel tous les coquillages eussent été enlevés du fond des mers et transportés sur toutes les parties de la terre, outre que cette supposition seroit difficile à établir [2], il est clair que comme on trouve ces coquilles incorporées et pétrifiées dans les marbres et dans les rochers des plus hautes montagnes, il faudroit donc supposer que ces marbres et ces rochers eussent été tous formés en même temps et précisément dans l'instant du déluge, et qu'avant cette grande révolution il n'y avoit sur le globe terrestre ni montagnes, ni marbres, ni rochers, ni craies, ni aucune autre matière semblable à celles que nous connoissons, qui presque toutes contiennent des coquilles et d'autres débris des productions de la mer. D'ailleurs, la surface de la terre devoit avoir acquis au temps du déluge un degré considérable de solidité, puisque la gravité avoit agi sur les matières qui la composent pendant plus de seize siècles; et par conséquent il ne paroît pas possible que les eaux du déluge aient pu bouleverser les terres à la surface du globe jusqu'à d'aussi grandes profondeurs, dans le peu de temps que dura l'inondation universelle.

Mais, sans insister plus long-temps sur ce point, qui sera discuté dans la suite, je m'en tiendrai maintenant aux observations qui sont constantes, et aux faits qui sont certains. On ne peut douter que les eaux de la mer n'aient séjourné sur la surface de la terre que nous habitons, et que par conséquent cette même surface de notre continent n'ait été pendant quelque temps le fond d'une mer, dans laquelle tout se passoit comme tout se passe actuellement dans la mer d'aujourd'hui. D'ailleurs, les couches des différentes matières qui composent la terre étant, comme nous l'avons remarqué [3], posées parallèlement et de niveau, il est clair que cette position est l'ouvrage des eaux, qui ont amassé et accumulé peu à peu ces matières, et leur ont donné la même situation que l'eau prend toujours elle-même, c'est-à-dire cette situation horizontale que nous observons presque partout; car dans les plaines les couches sont exactement horizontales, et il n'y a que dans les montagnes où elles soient inclinées, comme ayant été formées par des sédimens déposés sur une base inclinée, c'est-à-dire sur un terrain penchant [4]. Or, je dis que ces couches ont

qui n'aient été surmontées par les eaux, et que les endroits où on ne trouve point de coquilles, indiquent seulement que les animaux qui les ont produites ne s'y sont pas habitués, et que les mouvemens de la mer n'y ont point amené les débris de ses productions, comme elle en a amené sur tout le reste de la surface du globe. (*Add. Buff.*)

1. Voyez les Preuves, art. VIII.

2. Voyez les Preuves, art. V.

3. Voyez les Preuves, art. VII.

4. Non seulement les couches de matières calcaires sont horizontales dans les plaines, mais elles le sont aussi dans toutes les montagnes où il n'y a point eu de bouleversement par les tremblemens de terre ou par d'autres causes accidentelles; et lorsque ces couches sont inclinées, c'est que la montagne elle-même s'est inclinée tout en bloc, et qu'elle a été contrainte de pencher d'un côté par la force d'une explosion souterraine, ou par l'affaissement d'une partie du terrain qui lui servoit de base. L'on peut donc dire qu'en général toutes les couches formées par le dépôt et le sédiment des eaux sont horizontales, comme l'eau l'est toujours elle-même, à l'exception de celles qui ont été formées sur une base inclinée, c'est-à-dire sur un terrain penchant, comme se trouvent la plupart des mines de charbon de terre.

La couche la plus extérieure et superficielle de la terre, soit en plaine, soit en montagne, n'est composée que de terre végétale, dont l'origine est due aux sédimens de l'air, au dépôt des vapeurs et des rosées, et aux détrimens successifs des herbes, des feuilles et des autres parties des végétaux décomposés. Cette première couche ne doit point être ici considérée; elle suit partout les pentes et les courbures du terrain, et présente une épaisseur plus ou moins grande, suivant les différentes circonstances locales. Cette couche de terre végétale est ordinairement bien plus épaisse dans les vallons que sur les collines; et sa formation est postérieure aux couches primitives du globe, dont les plus anciennes et les plus intérieures ont été formées par le feu, et les plus nouvelles et les plus extérieures ont été formées par les matières transportées et déposées en forme de sédimens par le mouvement des eaux. Celles-ci sont en général toutes horizontales, et ce n'est que par des causes particulières qu'elles paroissent quelquefois inclinées. Les bancs de pierres calcaires sont ordinairement horizontaux ou légèrement inclinés; et de toutes les

été formées peu à peu, et non pas tout d'un coup par quelque révolution que ce soit, parce que nous trouvons souvent des couches de matière plus pesante posées sur des couches de matière beaucoup plus légère; ce qui ne pourroit être, si, comme le veulent quelques auteurs, toutes ces matières [1], dissoutes et mêlées en même temps dans l'eau, se fussent ensuite précipitées au fond de cet élément, parce qu'alors elles eussent produit une tout autre composition que celle qui existe; les matières les plus pesantes seroient descendues les premières et au plus bas; et chacune se seroit arrangée suivant sa gravité spécifique, dans un ordre relatif à leur pesanteur particulière, et nous ne trouverions pas des rochers massifs sur des arènes légères, non plus que des charbons de terre sous des argiles, des glaises sous des marbres, et des métaux sur des sables.

Une chose à laquelle nous devons encore faire attention, et qui confirme ce que nous venons de dire sur la formation des couches par le mouvement et par le sédiment des eaux, c'est que toutes les autres causes de révolution ou de changement sur le globe ne peuvent produire les mêmes effets. Les montagnes les plus élevées sont composées de couches parallèles, tout de même que les plaines les plus basses, et par conséquent on ne peut attribuer l'origine et la formation des montagnes à des secousses, à des tremblemens de terre, non plus qu'à des volcans; et nous avons des preuves que s'il se forme quelquefois de petites éminences par ces mouvemens convulsifs de la terre [2], ces éminences ne sont pas composées de couches parallèles; que les matières de ces éminences n'ont intérieurement aucune liaison, aucune position régulière, et qu'enfin ces petites collines formées par les volcans ne présentent aux yeux que le désordre d'un tas de matière rejetée confusément. Mais cette espèce d'organisation de la terre que nous découvrons partout, cette situation horizontale et parallèle des couches, ne peuvent venir que d'une cause constante et d'un mouvement réglé et toujours dirigé de la même façon.

Nous sommes donc assurés, par des observations exactes, réitérées, et fondées sur des faits incontestables, que la partie sèche du globe que nous habitons a été long-temps sous les eaux de la mer; par conséquent cette même terre a éprouvé pendant tout ce temps les mêmes mouvemens, les mêmes changemens qu'éprouvent actuellement les terres couvertes par la mer. Il paroît que notre terre a été un fond de mer : pour trouver donc ce qui s'est passé autrefois sur cette terre, voyons ce qui se passe aujourd'hui sur le fond de la mer, et de là nous tirerons des inductions raisonnables sur la forme extérieure et la composition intérieure des terres que nous habitons.

Souvenons-nous donc que la mer a de tout temps, et depuis la création, un mouvement de flux et de reflux causé principalement par la lune; que ce mouvement, qui dans vingt-quatre heures fait deux fois élever et baisser les eaux, s'exerce avec plus de force sous l'équateur que dans les autres climats. Souvenons-nous aussi que la terre a un mouvement rapide sur son axe, et par conséquent une force centrifuge plus grande à l'équateur que dans toutes les autres parties du globe; que cela seul, indépendamment des observations actuelles et des mesures, nous prouve qu'elle n'est pas parfaitement sphérique, mais qu'elle est plus élevée sous l'équateur que sous les pôles; et concluons de ces premières observations, que quand même on supposeroit que la terre est sortie des mains du Créateur parfaitement ronde en tout sens (supposition gratuite, et qui marqueroit bien le cercle étroit de nos idées), son mouvement diurne et celui du flux et du reflux auroient élevé peu à peu les parties de l'équateur, en y

substances calcaires, la craie est celle dont les bancs conservent le plus exactement la position horizontale : comme la craie n'est qu'une poussière des détrimens calcaires, elle a été déposée par les eaux dont le mouvement étoit tranquille et les oscillations réglées, tandis que les matières qui n'étoient que brisées et en plus gros volume, ont été transportées par les courans et déposées par le remous des eaux; en sorte que leurs bancs ne sont pas parfaitement horizontaux comme ceux de la craie. Les falaises de la mer en Normandie sont composées de couches horizontales de craie si régulièrement coupées à plomb, qu'on les prendroit de loin pour des murs de fortifications. L'on voit entre les couches de craie de petits lits de pierre à fusil noire, qui tranchent sur le blanc de la craie : c'est là l'origine des veines noires dans les marbres blancs.

Indépendamment des collines calcaires dont les bancs sont légèrement inclinés et dont la position n'a point varié, il y en a grand nombre d'autres qui ont penché par différens accidens, et dont toutes les couches sont fort inclinées. On en a de grands exemples dans plusieurs endroits des Pyrénées, où l'on en voit qui sont inclinées de 45, 50 et même 60 degrés au dessous de la ligne horizontale; ce qui semble prouver qu'il s'est fait de grands changemens dans ces montagnes par l'affaissement des cavernes souterraines sur lesquelles leur masse étoit autrefois appuyée. (*Add. Buff.*)

1. Voyez les Preuves, art. IV.

2. Voyez les Preuves, art. XVII.

amenant successivement les limons, les terres, les coquillages, etc. Ainsi les plus grandes inégalités du globe doivent se trouver et se trouvent en effet voisines de l'équateur; et comme ce mouvement de flux et de reflux [1] se fait par des alternatives journalières et répétées sans interruption, il est fort naturel d'imaginer qu'à chaque fois les eaux emportent d'un endroit à l'autre une petite quantité de matière, laquelle tombe ensuite comme un sédiment au fond de l'eau, et forme ces couches parallèles et horizontales qu'on trouve partout; car la totalité du mouvement des eaux dans le flux et le reflux étant horizontale, les matières entraînées ont nécessairement suivi la même direction, et se sont toutes arrangées parallèlement et de niveau.

Mais, dira-t-on, comme le mouvement du flux et reflux est un balancement égal des eaux, une espèce d'oscillation régulière, on ne voit pas pourquoi tout ne seroit pas compensé, et pourquoi les matières apportées par le flux ne seroient pas remportées par le reflux; et dès lors la cause de la formation des couches disparoît, et le fond de la mer doit toujours rester le même, le flux détruisant les effets du reflux, et l'un et l'autre ne pouvant causer aucun mouvement, aucune altération sensible dans le fond de la mer, et encore moins en changer la forme primitive en y produisant des hauteurs et des inégalités.

A cela je réponds que le balancement des eaux n'est point égal, puisqu'il produit un mouvement continuel de la mer de l'orient vers l'occident; que de plus, l'agitation causée par les vents s'oppose à l'égalité du flux et du reflux, et que de tous les mouvemens dont la mer est susceptible, il résultera toujours des transports de terre et des dépôts de matières dans de certains endroits; que ces amas de matières seront composés de couches parallèles et horizontales, les combinaisons quelconques des mouvemens de la mer tendant toujours à remuer les terres et à les mettre de niveau les unes sur les autres dans des lieux où elles tombent en forme de sédiment. Mais de plus il est aisé de répondre à cette objection par un fait: c'est que dans toutes les extrémités de la mer où l'on observe le flux et le reflux, dans toutes les côtes qui la bornent, on voit que le flux amène une infinité de choses que le reflux ne remporte pas; qu'il y a des terrains que la mer couvre insensiblement [2], et d'autres qu'elle laisse à découvert, après y avoir apporté de terres, des sables, des coquilles, etc., qu'elle dépose, et qui prennent naturellement une situation horizontale; et que ces matières, accumulées par la suite des temps, et élevées jusqu'à un certain point, se trouvent peu à peu hors d'atteinte des eaux, restent ensuite pour toujours dans l'état de terre sèche, et font partie des continens terrestres.

Mais, pour ne laisser aucun doute sur ce point important, examinons de près la possibilité ou l'impossibilité de la formation d'une montagne dans le fond de la mer par le mouvement et par le sédiment des eaux. Personne ne peut nier que sur une côte contre laquelle la mer agit avec violence dans le temps qu'elle est agitée par le flux, ces efforts réitérés ne produisent quelque changement, et que les eaux n'emportent à chaque fois une petite portion de la terre de la côte; et quand même elle seroit bornée de rochers, on sait que l'eau use peu à peu ces rochers [3], et que par conséquent elle en emporte de petites parties à chaque fois que la vague se retire après s'être brisée. Ces particules de pierre ou de terre seront nécessairement transportées par les eaux jusqu'à une certaine distance et dans de certains endroits où le mouvement de l'eau, se trouvant ralenti, abandonnera ces particules à leur propre pesanteur, et alors elles se précipiteront au fond de l'eau en forme de sédiment, et là elles formeront une première couche horizontale ou inclinée, suivant la position de la surface du terrain sur laquelle tombe cette première couche, laquelle sera bientôt couverte et surmontée d'une autre couche semblable et produite par la même cause, et insensiblement il se formera dans cet endroit un dépôt considérable de matière, dont les couches seront posées parallèlement les unes sur les autres. Cet amas augmentera toujours par les nouveaux sédimens que les eaux y transporteront, et peu à peu par succession de temps il se formera une élévation, une montagne dans le fond de la mer, qui sera entièrement semblable aux éminences et aux montagnes que nous connoissons sur la terre tant pour la composition intérieure que pour la forme extérieure. S'il se trouve des coquilles dans cet endroit du fond de la mer où nous supposons que se fait notre dépôt, les sédimens couvriront ces coquilles et les rempliront; elles seront incorporées dans

1. Voyez les Preuves, art. XII.
2. Voyez les Preuves, art. XIX.
3. Voyez les *Voyages de Shaw*, tome II, page 69.

les couches de cette matière déposée, et elles feront partie des masses formées par ces dépôts; on les y trouvera dans la situation qu'elles auront acquise en y tombant, ou dans l'état où elles auront été saisies; car, dans cette opération, celles qui se seront trouvées au fond de la mer, lorsque les premières couches se seront déposées, se trouveront dans la couche la plus basse, et celles qui seront tombées depuis dans ce même endroit, se trouveront dans les couches plus élevées.

Tout de même, lorsque le fond de la mer sera remué par l'agitation des eaux, il se fera nécessairement des transports de terre, de vase, de coquilles, et d'autres matières, dans de certains endroits où elles se déposeront en forme de sédimens. Or, nous sommes assurés par les plongeurs [1] qu'aux plus grandes profondeurs où ils puissent descendre, qui sont de vingt brasses, le fond de la mer est remué au point que l'eau se mêle avec la terre, qu'elle devient trouble, et que la vase et les coquillages sont emportés par le mouvement des eaux à des distances considérables; par conséquent, dans tous les endroits de la mer où l'on a pu descendre, il se fait des transports de terre et de coquilles qui vont tomber quelque part, et former, en se déposant, des couches parallèles et des éminences qui sont composées comme nos montagnes le sont. Ainsi le flux et le reflux, les vents, les courans, et tous les mouvemens des eaux, produiront des inégalités dans le fond de la mer, parce que toutes ces causes détachent du fond et des côtes de la mer des matières qui se précipitent ensuite en forme de sédimens.

Au reste, il ne faut pas croire que ces transports de matières ne puissent pas se faire à des distances considérables, puisque nous voyons tous les jours des graines et d'autres productions des Indes orientales et occidentales arriver [2] sur nos côtes : à la vérité, elles sont spécifiquement plus légères que l'eau, au lieu que les matières dont nous parlons sont plus pesantes; mais comme elles sont réduites en poudre impalpable, elles se soutiendront assez long-temps dans l'eau pour être transportées à de grandes distances.

Ceux qui prétendent que la mer n'est pas remuée à de grandes profondeurs, ne font pas attention que le flux et le reflux ébranlent et agitent à la fois toute la masse des mers, et que dans un globe qui seroit entièrement liquide il y auroit de l'agitation et du mouvement jusqu'au centre; que la force qui produit celui du flux et du reflux, est une force pénétrante qui agit sur toutes les parties proportionnellement à leurs masses; qu'on pourroit même mesurer et déterminer par le calcul la quantité de cette action sur un liquide à différentes profondeurs, et qu'enfin ce point ne peut être contesté qu'en se refusant à l'évidence du raisonnement et à la certitude des observations.

Je puis donc supposer légitimement que le flux et le reflux, les vents, et toutes les autres causes qui peuvent agiter la mer, doivent produire par le mouvement des eaux des éminences et des inégalités dans le fond de la mer, qui seront toujours composées de couches horizontales ou également inclinées : ces éminences pourront, avec le temps, augmenter considérablement, et devenir des collines qui, dans une longue étendue de terrain, se trouveront, comme les ondes qui les auront produites, dirigées du même sens, et formeront peu à peu une chaîne de montagnes. Ces hauteurs une fois formées feront obstacle à l'uniformité du mouvement des eaux, et il en résultera des mouvemens particuliers dans le mouvement général de la mer : entre deux hauteurs voisines il se formera nécessairement un courant [3] qui suivra leur direction commune, et coulera, comme coulent les fleuves de la terre, en formant un canal dont les angles seront alternativement opposés dans toute l'étendue de son cours. Ces hauteurs formées au dessus de la surface du fond pourront augmenter encore de plus en plus; car les eaux qui n'auront que le mouvement du flux déposeront sur la cime le sédiment ordinaire, et celles qui obéiront au courant entraîneront au loin les parties qui se seroient déposées entre deux, et en même temps elles creuseront un vallon au pied de ces montagnes, dont tous les angles se trouveront correspondans, et, par l'effet de ces deux mouvemens et de ces dépôts, le fond de la mer aura bientôt été sillonné, traversé de collines et de chaînes de montagnes, et semé d'inégalités telles que nous les y trouvons aujourd'hui. Peu à peu les matières molles dont les éminences étoient d'abord composées, se seront durcies par leur propre poids : les unes, formées de par-

1. Voyez *Boyle's Works*, vol. III, page 232.

2. Particulièrement sur les côtes d'Écosse et d'Irlande. Voyez *Ray's Discourses*.

3. Voyez les Preuves, art. XIII.

ties purement argileuses, auront produit ces collines de glaise qu'on trouve en tant d'endroits; d'autres, composées de parties sablonneuses et cristallines, ont fait ces énormes amas de rochers et de cailloux d'où l'on tire le cristal et les pierres précieuses; d'autres, faites de parties pierreuses mêlées de coquilles, ont formé ces lits de pierres et de marbres où nous retrouvons ces coquilles aujourd'hui; d'autres enfin, composées d'une matière encore plus *coquilleuse* et plus terrestre, ont produit les marnes, les craies, et les terres. Toutes sont posées par lits, toutes contiennent des substances hétérogènes; les débris des productions marines s'y trouvent en abondance, et à peu près suivant le rapport de leur pesanteur; les coquilles les plus légères sont dans les craies, les plus pesantes dans les argiles et dans les pierres, et elles sont remplies de la matière même des pierres et des terres où elles sont renfermées; preuve incontestable qu'elles ont été transportées avec la matière qui les environne et qui les remplit, et que cette matière étoit réduite en particules impalpables. Enfin toutes ces matières, dont la situation s'est établie par le niveau des eaux de la mer, conservent encore aujourd'hui leur première position.

On pourra nous dire que la plupart des collines et des montagnes dont le sommet est de rocher, de pierre, ou de marbre, ont pour base des matières plus légères; que ce sont ordinairement ou des monticules de glaise ferme et solide, ou des couches de sable qu'on retrouve dans les plaines voisines jusqu'à une distance assez grande; et on nous demandera comment il est arrivé que ces marbres et ces rochers se soient trouvés au dessus de ces sables et de ces glaises. Il me paroît que cela peut s'expliquer assez naturellement: l'eau aura d'abord transporté la glaise ou le sable qui faisoit la première couche des côtes ou du fond de la mer; ce qui aura produit au bas une éminence composée de tout ce sable ou de toute cette glaise rassemblée; après cela les matières plus fermes et plus pesantes qui se seront trouvées au dessous, auront été attaquées et transportées par les eaux en poussière impalpable au dessus de cette éminence de glaise ou de sable, et cette poussière de pierre aura formé les rochers et les carrières que nous trouvons au dessus des collines. On peut croire qu'étant les plus pesantes, ces matières étoient autrefois au dessous des autres, et qu'elles sont aujourd'hui au dessus, parce qu'elles ont été enlevées et transportées les dernières par le mouvement des caux.

Pour confirmer ce que nous avons dit; examinons encore plus en détail la situation des matières qui composent cette première épaisseur du globe terrestre, la seule que nous connoissions. Les carrières sont composées de différens lits ou couches presque toutes horizontales ou inclinées suivant la même pente; celles qui posent sur des glaises ou sur des bases d'autres matières solides sont sensiblement de niveau, surtout dans les plaines. Les carrières où l'on trouve les cailloux et les grès dispersés ont, à la vérité, une position moins régulière: cependant l'uniformité de la nature ne laisse pas de s'y reconnoître; car la position horizontale ou toujours également penchante des couches se trouve dans les carrières de roc vif et dans celles de grès en grande masse: elle n'est altérée et interrompue que dans les carrières de cailloux et de grès en petite masse, dont nous ferons voir que la formation est postérieure à celle de toutes les autres matières; car le roc vif, le sable vitrifiable, les argiles, les marbres, les pierres calcinables, les craies, les marnes sont toutes disposées par couches parallèles toujours horizontales, ou également inclinées. On reconnoît aisément dans ces dernières matières la première formation; car les couches sont exactement horizontales et fort minces, et elles sont arrangées les unes sur les autres comme les feuillets d'un livre. Les couches de sable, d'argile molle, de glaise dure, de craie, de coquilles, sont aussi toutes ou horizontales ou inclinées suivant la même pente. Les épaisseurs des couches sont toujours les mêmes dans toute leur étendue, qui souvent occupe un espace de plusieurs lieues, et que l'on pourroit suivre bien plus loin, si l'on observoit exactement. Enfin toutes les matières qui composent la première épaisseur du globe sont disposées de cette façon; et quelque part qu'on fouille, on trouvera des couches, et on se convaincra par ses yeux de la vérité de ce qui vient d'être dit.

Il faut excepter, à certains égards, les couches de sable ou de gravier entraîné du sommet des montagnes par la pente des eaux: ces veines de sable se trouvent quelquefois dans les plaines, où elles s'étendent même assez considérablement; elles sont ordinairement posées sous la première couche de la terre labourable, et, dans les lieux plats, elles sont de niveau, comme les couches plus anciennes et plus intérieures:

mais, au pied et sur la croupe des montagnes, ces couches de sable sont fort inclinées, et elles suivent le penchant de la hauteur sur laquelle elles ont coulé. Les rivières et les ruisseaux ont formé ces couches; et, en changeant souvent de lit dans les plaines, ils ont entraîné et déposé partout ces sables et ces graviers. Un petit ruisseau coulant des hauteurs voisines suffit, avec le temps, pour étendre une couche de sable ou de gravier sur toute la superficie d'un vallon, quelque spacieux qu'il soit; et j'ai souvent observé dans une campagne environnée de collines, dont la base est de glaise aussi bien que la première couche de la plaine, qu'au dessus d'un ruisseau qui y coule, la glaise se trouve immédiatement sous la terre labourable, et qu'au dessous du ruisseau il y a une épaisseur d'environ un pied de sable sur la glaise, qui s'étend à une distance considérable. Ces couches, produites par les rivières et par les autres eaux courantes, ne sont pas de l'ancienne formation; elles se reconnoissent aisément à la différence de leur épaisseur, qui varie et n'est pas la même partout comme celle des couches anciennes, à leurs interruptions fréquentes, et enfin à la matière même, qu'il est aisé de juger, et qu'on reconnoît avoir été lavée, roulée et arrondie. On peut dire la même chose des couches de tourbes et de végétaux pourris qui se trouvent au dessous de la première couche de terre dans les terrains marécageux: ces couches ne sont pas anciennes, et elles ont été produites par l'entassement successif des arbres et des plantes qui peu à peu ont comblé ces marais. Il en est encore de même de ces couches limoneuses que l'inondation des fleuves a produites dans différens pays: tous ces terrains ont été nouvellement formés par les eaux courantes ou stagnantes, et ils ne suivent pas la pente égale ou le niveau aussi exactement que les couches anciennement produites par le mouvement régulier des ondes de la mer. Dans les couches que les rivières ont formées, on trouve des coquilles fluviatiles: mais il y en a peu de marines, et le peu qu'on y en trouve est brisé, déplacé, isolé, au lieu que dans les couches anciennes les coquilles marines se trouvent en quantité; il n'y en a point de fluviatiles, et ces coquilles de mer y sont bien conservées, et toutes placées de la même manière, comme ayant été transportées et posées en même temps par la même cause. Et en effet, pourquoi ne trouve-t-on pas les matières entassées irrégulièrement, au lieu de les trouver par couches? Pourquoi les marbres, les pierres dures, les craies, les argiles, les plâtres, les marnes, etc., ne sont-ils pas dispersés ou joints par couches irrégulières ou verticales? Pourquoi les choses pesantes ne sont-elles pas toujours au dessous des plus légères? Il est aisé d'apercevoir que cette uniformité de la nature, cette espèce d'organisation de la terre, cette jonction des différentes matières par couches parallèles et par lits, sans égard à leur pesanteur, n'ont pu être produites que par une cause aussi puissante et aussi constante que celle de l'agitation des eaux de la mer, soit par le mouvement réglé des vents, soit par celui du flux et reflux, etc.

Ces causes agissent avec plus de force sous l'équateur que dans les autres climats, car les vents y sont plus constans et les marées plus violentes que partout ailleurs: aussi les plus grandes chaînes de montagnes sont voisines de l'équateur. Les montagnes de l'Afrique et du Pérou sont les plus hautes qu'on connoisse; et, après avoir traversé des continens entiers, elles s'étendent encore à des distances très-considérables sous les eaux de la mer Océane. Les montagnes de l'Europe et de l'Asie, qui s'étendent depuis l'Espagne jusqu'à la Chine, ne sont pas aussi élevées que celles de l'Amérique méridionale et de l'Afrique. Les montagnes du Nord ne sont, au rapport des voyageurs, que des collines, en comparaison de celles des pays méridionaux [1]. D'ailleurs le nombre des

1. Lorsque j'ai composé, en 1744, ce Traité de la Théorie de la terre, je n'étois pas aussi instruit que je le suis actuellement, et l'on n'avoit pas fait les observations par lesquelles on a reconnu que les sommets des plus hautes montagnes sont composés de granite et de rocs vitrescibles, et qu'on ne trouve point de coquilles sur plusieurs de ces sommets; cela prouve que ces montagnes n'ont pas été composées par les eaux, mais produites par le feu primitif, et qu'elles sont aussi anciennes que le temps de la consolidation du globe. Toutes les pointes et les noyaux de ces montagnes étant composés de matières vitrescibles, semblables à la roche intérieure du globe, elles sont également l'ouvrage du feu primitif, lequel a le premier établi ces masses de montagnes, et formé les grandes inégalités de la surface de la terre. L'eau n'a travaillé qu'en second, postérieurement au feu, et n'a pu agir qu'à la hauteur où elle s'est trouvée après la chute entière des eaux de l'atmosphère et l'établissement de la mer universelle, laquelle a déposé successivement les coquillages qu'elle nourrissoit et les autres matières qu'elle délayoit; ce qui a formé les couches d'argile et de matières calcaires qui composent nos collines, et qui enveloppent les montagnes vitrescibles jusqu'à une grande hauteur.

Au reste, lorsque j'ai dit que les montagnes du Nord ne sont que des collines en comparaison des montagnes du Midi, cela n'est vrai que pris généralement; car il y a dans le nord de l'Asie de

îles est fort peu considérable dans les mers septentrionales, tandis qu'il y en a une quantité prodigieuse dans la zone torride; et comme une île n'est qu'un sommet de montagne, il est clair que la surface de la terre a beaucoup plus d'inégalités vers l'équateur que vers le nord.

Le mouvement général du flux et du reflux a donc produit les plus grandes montagnes, qui se trouvent dirigées d'occident en orient dans l'ancien continent, et du nord au sud dans le nouveau, dont les chaînes sont d'une étendue très-considérable; mais il faut attribuer aux mouvemens particuliers des courans, des vents, et des autres agitations irrégulières de la mer, l'origine de toutes les autres montagnes. Elles ont vraisemblablement été produites par la combinaison de tous ces mouvemens, dont on voit bien que les effets doivent être variés à l'infini, puisque les vents, la position différente des îles et des côtes, ont altéré de tous les temps et dans tous les sens possibles la direction du flux et du reflux des eaux. Ainsi il n'est point étonnant qu'on trouve sur le globe des éminences considérables dont le cours est dirigé vers différentes plages : il suffit pour notre objet d'avoir démontré que les montagnes n'ont point été placées au hasard, et qu'elles n'ont point été produites par des tremblemens de terre ou par d'autres causes accidentelles, mais qu'elles sont un effet résultant de l'ordre général de la nature, aussi bien que l'espèce d'organisation qui leur est propre, et la position des matières qui les composent.

Mais comment est-il arrivé que cette terre que nous habitons, que nos ancêtres ont habitée comme nous, qui, de temps immémorial, est un continent sec, ferme et éloigné des mers, ayant été autrefois un fond de mer, soit actuellement supérieure à toutes les eaux, et en soit si distinctement séparée? Pourquoi les eaux de la mer n'ont-elles pas resté sur cette terre, puisqu'elles y ont séjourné si long-temps ? Quel accident, quelle cause a pu produire ce changement dans le globe? Est-il même possible d'en concevoir une assez puissante pour opérer un tel effet?

Ces questions sont difficiles à résoudre ; mais les faits étant certains, la manière dont ils sont arrivés peut demeurer inconnue sans préjudicier au jugement que nous devons en porter : cependant, si nous voulons y réfléchir, nous trouverons par induction des raisons très-plausibles de ces changemens [1]. Nous voyons tous les jours la mer gagner du terrain dans de certaines côtes, et en perdre dans d'autres; nous savons que l'Océan a un mouvement général et continuel d'orient en occident; nous entendons de loin les efforts terribles que la mer fait contre les basses terres et contre les rochers qui la bornent; nous connoissons des provinces entières où on est obligé de lui opposer des digues que l'industrie humaine a bien de la peine à soutenir contre la fureur des flots; nous avons des exemples de pays récemment submergés et de débordemens réguliers; l'histoire nous parle d'inondations encore plus grandes et de déluges : tout cela ne doit-il pas nous porter à croire qu'il est en effet arrivé de grandes révolutions sur la surface de la terre, et que la mer a pu quitter et laisser à découvert la plus grande partie des terres qu'elle occupoit autrefois ? Par exemple, si nous nous prêtons un instant à supposer que l'Ancien et le Nouveau-Monde ne faisoient autrefois qu'un seul continent,

grandes portions de terre qui paroissent être fort élevées au dessus du niveau de la mer ; et en Europe les Pyrénées, les Alpes, le mont Carpate, les montagnes de Norwége, les monts Riphées et Rymniques, sont de hautes montagnes; et toute la partie méridionale de la Sibérie, quoique composée de vastes plaines et de montagnes médiocres, paroît être encore plus élevée que le sommet des monts Riphées; mais ce sont peut-être les seules exceptions qu'il y ait à faire ici ; car non seulement les plus hautes montagnes se trouvent dans les climats plus voisins de l'équateur que des pôles, mais il paroît que c'est dans ces climats méridionaux où se sont faits les plus grands bouleversemens intérieurs et extérieurs, tant par l'effet de la force centrifuge dans le premier temps de la consolidation, que par l'action plus fréquente des feux souterrains et le mouvement plus violent du flux et du reflux dans les temps subséquens. Les tremblemens de terre sont si fréquens dans l'Inde méridionale, que les naturels du pays ne donnent pas d'autre épithète à l'Être tout-puissant que celui de *remueur de terre*. Tout l'archipel indien ne semble être qu'une mer de volcans agissans ou éteints : on ne peut donc pas douter que les inégalités du globe ne soient beaucoup plus grandes vers l'équateur que vers les pôles ; on pourroit même assurer que cette surface de la zone torride a été entièrement bouleversée depuis la côte orientale de l'Afrique jusqu'aux Philippines, et encore bien au delà de la mer du Sud. Toute cette plage ne paroît être que les restes en débris d'un vaste continent, dont toutes les terres basses ont été submergées. L'action de tous les élémens s'est réunie pour la destruction de la plupart de ces terres équinoxiales; car, indépendamment des marées, qui y sont plus violentes que sur le reste du globe, il paroît aussi qu'il y a eu plus de volcans, puisqu'il en subsiste encore dans la plupart de ces îles, dont quelques-unes, comme les îles de France et de Bourbon, se sont trouvées ruinées par le feu, et absolument désertes, lorsqu'on en a fait la découverte. (*Add. Buff.*)

1. Voyez les Preuves, art. XIX.

et que, par un violent tremblement de terre, le terrain de l'ancienne Atlantide de Platon se soit affaissé, la mer aura nécessairement coulé de tous côtés pour former l'Océan atlantique, et par conséquent aura laissé à découvert de vastes continens, qui sont peut-être ceux que nous habitons. Ce changement a donc pu se faire tout à coup par l'affaissement de quelque vaste caverne dans l'intérieur du globe, et produire par conséquent un déluge universel; ou bien ce changement ne s'est pas fait tout à coup, et il a fallu peut-être beaucoup de temps : mais enfin il s'est fait, et je crois même qu'il s'est fait naturellement; car, pour juger de ce qui est arrivé, et même de ce qui arrivera, nous n'avons qu'à examiner ce qui arrive. Il est certain, par les observations réitérées de tous les voyageurs [1], que l'Océan a un mouvement constant d'orient en occident : ce mouvement se fait sentir non seulement entre les tropiques, comme celui du vent d'est, mais encore dans toute l'étendue des zones tempérées et froides où l'on a navigué. Il suit de cette observation, qui est constante, que la mer Pacifique fait un effort continuel contre les côtes de la Tartarie, de la Chine et de l'Inde; que l'Océan indien fait effort contre la côte orientale de l'Afrique, et que l'Océan atlantique agit de même contre toutes les côtes orientales de l'Amérique : ainsi la mer a dû et doit toujours gagner du terrain sur les côtes orientales, et en perdre sur les côtes occidentales. Cela seul suffiroit pour prouver la possibilité de ce changement de terre en mer et de mer en terre; et si en effet il s'est opéré par ce mouvement des eaux d'orient en occident, comme il y a grande apparence, ne peut-on pas conjecturer très-vraisemblablement que le pays le plus ancien du monde est l'Asie et tout le continent oriental; que l'Europe, au contraire, et une partie de l'Afrique, et surtout les côtes occidentales de ces continens, comme l'Angleterre, la France, l'Espagne, la Mauritanie, etc., sont des terres plus nouvelles? L'histoire paroît s'accorder ici avec la physique, et confirmer cette conjecture, qui n'est pas sans fondement.

Mais il y a bien d'autres causes qui concourent, avec le mouvement continuel de la mer d'orient en occident, pour produire l'effet dont nous parlons. Combien n'y a-t-il pas de terres plus basses que le niveau de la mer, et qui ne sont défendues que par un isthme, un banc de rochers, ou par des digues encore plus foibles! L'effort des eaux détruira peu à peu ces barrières, et dès lors ces pays seront submergés. De plus, ne sait-on pas que les montagnes s'abaissent [2] continuellement par les pluies, qui en détachent les terres et les entraînent dans les vallées? ne sait-on pas que les ruisseaux roulent les terres des plaines et des montagnes dans les fleuves, qui portent à leur tour cette terre superflue dans la mer? Ainsi peu à peu le fond des mers se remplit, la surface des continens s'abaisse et se met de niveau, et il ne faut que du temps pour que la mer prenne successivement la place de la terre.

Je ne parle point de ces causes éloignées qu'on prévoit moins qu'on ne les devine, de ces secousses de la nature dont le moindre effet seroit la catastrophe du monde : le choc ou l'approche d'une comète, l'absence de la lune, la présence d'une nouvelle planète, etc., sont des suppositions sur lesquelles il est aisé de donner carrière à son imagination; de pareilles causes produisent tout ce qu'on veut, et d'une seule de ces hypothèses on va tirer mille romans physiques, que leurs auteurs appelleront *Théorie de la terre.* Comme historien, nous nous refusons à ces vaines spéculations; elles roulent sur des possibilités qui, pour se réduire à l'acte, supposent un bouleversement de l'univers, dans lequel notre globe, comme un point de matière abandonnée, échappe à nos yeux, et n'est plus un objet digne de nos regards : pour les fixer, il faut le prendre tel qu'il est, en bien observer toutes les parties, et, par des inductions, conclure du présent au passé. D'ailleurs, des causes dont l'effet est rare, violent et subit, ne doivent pas nous toucher; elles ne se trouvent pas dans la marche ordinaire de la nature : mais des effets qui arrivent tous les jours, des mouvemens qui se succèdent et se renouvellent sans interruption, des opérations constantes et toujours réitérées, ce sont là nos causes et nos raisons.

Ajoutons-y des exemples, combinons la cause générale avec les causes particulières, et donnons des faits dont le détail rendra sensibles les différens changemens qui sont arrivés sur le globe, soit par l'irruption de l'Océan dans les terres, soit par l'abandon de ces mêmes terres, lorsqu'elles se sont trouvées trop élevées.

La plus grande irruption de l'Océan dans les terres est celle [3] qui a produit la mer [4]

1. Voyez *Varen. Geogr. gen.*, page 119.

2. Voyez *Ray's Discourses*, page 226; Plot, *Hist. nat.*, etc.

3. Voyez les Preuves, art. XI et XIX.

4. Voyez *Ray's Discourses*, page 209.

Méditerranée. Entre deux promontoires avancés, l'Océan [1] coule avec une très-grande rapidité par un passage étroit, et forme ensuite une vaste mer qui couvre un espace, lequel, sans y comprendre la mer Noire, est environ sept fois grand comme la France. Ce mouvement de l'Océan par le détroit de Gibraltar a été contraire à tous les autres mouvemens de la mer dans tous les détroits qui joignent l'Océan à l'Océan; car le mouvement général de la mer est d'orient en occident, et celui-ci seul est d'occident en orient; ce qui prouve que la mer Méditerranée n'est point un golfe ancien de l'Océan, mais qu'elle est formée par une irruption des eaux, produite par quelques causes accidentelles, comme seroit un tremblement de terre, lequel auroit affaissé les terres à l'endroit du détroit, ou un violent effort de l'Océan causé par les vents, qui auroit rompu la digue entre les promontoires de Gibraltar et de Ceuta. Cette opinion est appuyée du témoignage des anciens [2], qui ont écrit que la mer Méditerranée n'existoit point autrefois; et elle est, comme on voit, confirmée par l'histoire naturelle, et par les observations qu'on a faites sur la nature des terres à la côte d'Afrique et à celle d'Espagne, où l'on trouve les mêmes lits de pierre, les mêmes couches de terre en deçà et au delà du détroit, à peu près comme dans de certaines vallées où les deux collines qui les surmontent se trouvent être composées des mêmes matières et au même niveau.

L'Océan, s'étant donc ouvert cette porte. a d'abord coulé par le détroit avec une rapidité beaucoup plus grande qu'il ne coule aujourd'hui, et il a inondé le continent qui joignoit l'Europe à l'Afrique; les eaux ont couvert toutes les basses terres dont nous n'apercevons aujourd'hui que les éminences et les sommets dans l'Italie et dans les îles de Sicile, de Malte, de Corse, de Sardaigne, de Chypre, de Rhodes, et de l'Archipel.

Je n'ai pas compris la mer Noire dans cette irruption de l'Océan, parce qu'il paroît que la quantité d'eau qu'elle reçoit du Danube, du Niéper, du Don, et de plusieurs autres fleuves qui y entrent, est plus que suffisante pour la former, et que d'ailleurs elle [3] coule avec une très-grande rapidité par le Bosphore dans la mer Méditerranée. On pourroit même présumer que la mer Noire et la mer Caspienne ne faisoient autrefois que deux grands lacs qui peut-être étoient joints par un détroit de communication, ou bien par un marais ou un petit lac qui réunissoit les eaux du Don et du Volga auprès de Tria, où ces deux fleuves sont fort voisins l'un de l'autre, et l'on peut croire que ces deux mers ou ces deux lacs étoient autrefois d'une bien plus grande étendue qu'ils ne sont aujourd'hui: peu à peu ces grands fleuves, qui ont leur embouchure dans la mer Noire et dans la mer Caspienne, auront amené une assez grande quantité de terre pour fermer la communication, remplir le détroit et séparer ces deux lacs; car on sait qu'avec le temps les grands fleuves remplissent les mers et forment des continens nouveaux, comme la province de l'embouchure du fleuve Jaune à la Chine, la Louisiane à l'embouchure du Mississipi, et la partie septentrionale de l'Égypte, qui doit son origine [4] et son existence aux inondations [5] du Nil. La rapidité de ce fleuve entraîne les terres de l'intérieur de l'Afrique, et il les dépose ensuite dans ses débordemens en si grande quantité, qu'on peut fouiller jusqu'à cinquante pieds dans l'épaisseur de ce limon déposé par les inondations du Nil; de même les terrains de la province de la rivière Jaune et de la Louisiane ne se sont formés que par le limon des fleuves.

Au reste, la mer Caspienne est actuellement un vrai lac qui n'a aucune communication avec les autres mers, pas même avec le lac Aral, qui paroît en avoir fait partie, et qui n'en est séparé que par un vaste pays de sable, dans lequel on ne trouve ni fleuves ni rivières, ni aucun canal par lequel la mer Caspienne puisse verser ses eaux. Cette mer n'a donc aucune communication extérieure avec les autres mers, et je ne sais si l'on est bien fondé à soupçonner qu'elle en a d'intérieure avec la mer Noire ou avec le golfe Persique. Il est vrai que la mer Caspienne reçoit le Volga et plusieurs autres fleuves qui semblent lui fournir plus d'eau que l'évaporation n'en peut enlever: mais, indépendamment de la difficulté de cette estimation, il paroît que si elle avoit communication avec l'une ou l'autre de ces mers, on y auroit reconnu un courant rapide et constant qui entraîneroit tout vers cette ouverture qui serviroit de décharge à ses eaux, et je ne sache pas qu'on

1. Voyez *Trans. phil. abrig'd*, vol. II, page 289.
2. Diodore de Sicile, Strabon.
3. Voyez *Trans. phil. abrig'd*, vol. II, page 289.
4. Voyez les *Voyages de Shaw*, vol. II, page 173 jusqu'à la page 188.
5. Voyez les Preuves, art. XIX.

ait jamais rien observé de semblable sur cette mer; des voyageurs exacts, sur le témoignage desquels on peut compter, nous assurent le contraire, et par conséquent il est nécessaire que l'évaporation enlève de la mer Caspienne une quantité d'eau égale à celle qu'elle reçoit.

On pourroit encore conjecturer avec quelque vraisemblance, que la mer Noire sera un jour séparée de la Méditerranée, et que le Bosphore se remplira lorsque les grands fleuves qui ont leurs embouchures dans le Pont-Euxin, auront amené une assez grande quantité de terre pour fermer le détroit; ce qui peut arriver avec le temps, et par la diminution successive des fleuves, dont la quantité des eaux diminue à mesure que les montagnes et les pays élevés dont ils tirent leurs sources, s'abaissent par le dépouillement des terres que les pluies entraînent et que les vents enlèvent.

La mer Caspienne et la mer Noire doivent donc être regardées plutôt comme des lacs que comme des mers ou des golfes de l'Océan; car elles ressemblent à d'autres lacs qui reçoivent un grand nombre de fleuves et qui ne rendent rien par les voies extérieures, comme la mer Morte, plusieurs lacs en Afrique, etc. D'ailleurs les eaux de ces deux mers ne sont pas à beaucoup près aussi salées que celles de la Méditerranée ou de l'Océan, et tous les voyageurs assurent que la navigation est très-difficile sur la mer Noire et sur la mer Caspienne, à cause de leur peu de profondeur et de la quantité d'écueils et de bas-fonds qui s'y rencontrent, en sorte qu'elles ne peuvent porter que de petits vaisseaux [1]; ce qui prouve encore qu'elles ne doivent pas être regardées comme des golfes de l'Océan, mais comme des amas d'eau formés par les grands fleuves dans l'intérieur des terres.

Il arriveroit peut-être une irruption considérable de l'Océan dans les terres, si on coupait l'isthme qui sépare l'Afrique et l'Asie, comme les rois d'Égypte, et depuis les califes, en ont eu le projet: et je ne sais si le canal de communication qu'on a prétendu reconnoître entre ces deux mers, est assez bien constaté; car la mer Rouge doit être plus élevée que la mer Méditerranée: cette mer étroite est un bras de l'Océan, qui dans toute son étendue ne reçoit aucun fleuve du côté de l'Égypte, et fort peu de l'autre côté: elle ne sera donc pas sujette à diminuer comme les mers ou les lacs qui reçoivent en même temps les terres et les eaux que les fleuves y amènent, et qui se remplissent peu à peu. L'Océan fournit à la mer Rouge toutes ses eaux, et le mouvement du flux et reflux y est extrêmement sensible: ainsi elle participe immédiatement aux grands mouvemens de l'Océan. Mais la mer Méditerranée est plus basse que l'Océan, puisque les eaux y coulent avec une très-grande rapidité par le détroit de Gibraltar; d'ailleurs elle reçoit le Nil qui coule parallèlement à la côte occidentale de la mer Rouge, et qui traverse l'Égypte dans toute sa longueur, dont le terrain est par lui-même extrêmement bas: ainsi il est très-vraisemblable que la mer Rouge est plus élevée que la Méditerranée, et que si on ôtoit la barrière en coupant l'isthme de Suez, il s'ensuivroit une grande inondation et une augmentation considérable de la mer Méditerranée, à moins qu'on ne retînt les eaux par des digues et des écluses de distance en distance, comme il est à présumer qu'on l'a fait autrefois, si l'ancien canal de communication a existé.

Mais, sans nous arrêter plus long-temps à des conjectures qui, quoique fondées, pourroient paroître trop hasardées, surtout à ceux qui ne jugent des possibilités que par les événemens actuels, nous pouvons donner des exemples récens et des faits certains sur le changement de mer en terre [2] et de terre en mer. A Venise, le fond de la mer Adriatique s'élève tous les jours, et il y a déjà long-temps que les lagunes et la ville feroient partie du continent, si on n'avoit pas un très-grand soin de nettoyer et vider les canaux; il en est de même de la plupart des ports, des petites baies, et des embouchures de toutes les rivières. En Hollande, le fond de la mer s'élève aussi en plusieurs endroits, car le petit golfe de Zuyderzée et le détroit du Texel ne peuvent plus recevoir de vaisseaux aussi grands qu'autrefois. On trouve à l'embouchure de presque tous les fleuves, des îles, des sables, des terres amoncelées et amenées par les eaux; et il n'est pas douteux que la mer ne se remplisse dans tous les endroits où elle reçoit de grandes rivières. Le Rhin se perd dans les sables qu'il a lui-même accumulés. Le Danube, le Nil, et tous les grands fleuves ayant entraîné beaucoup de terrain, n'arrivent plus à la mer par un seul canal; mais ils ont plusieurs bouches dont les intervalles ne sont remplis que des sables ou

1. Voyez les *Voyages de Pietro della Valle*, vol. III, page 236.

2. Voyez les Preuves, art. XIX.

du limon qu'ils ont charriés. Tous les jours on dessèche des marais, on cultive des terres abandonnées par la mer, on navigue sur des pays submergés; enfin nous voyons sous nos yeux d'assez grands changemens de terres en eau et d'eau en terres, pour être assurés que ces changemens se sont faits, se font et se feront, en sorte qu'avec le temps les golfes deviendront des continens, les isthmes seront un jour des détroits, les marais deviendront des terres arides, et les sommets de nos montagnes les écueils de la mer.

Les eaux ont donc couvert et peuvent encore couvrir successivement toutes les parties des continens terrestres, et dès lors on doit cesser d'être étonné de trouver partout des productions marines, et une composition dans l'intérieur qui ne peut être que l'ouvrage des eaux. Nous avons vu comment se sont formées les couches horizontales de la terre; mais nous n'avons encore rien dit des fentes perpendiculaires qu'on remarque dans les rochers, dans les carrières, dans les argiles, etc., et qui se trouvent aussi généralement [1] que les couches horizontales dans toutes les matières qui composent le globe. Ces fentes perpendiculaires sont, à la vérité, beaucoup plus éloignées les unes des autres que les couches horizontales; et plus les matières sont molles, plus ces fentes paroissent être éloignées les unes des autres. Il est fort ordinaire, dans les carrières de marbre ou de pierre dure, de trouver des fentes perpendiculaires, éloignées seulement de quelques pieds : si la masse des rochers est fort grande, on les trouve éloignées de quelques toises, quelquefois elles descendent depuis le sommet des rochers jusqu'à leur base, souvent elles se terminent à un lit inferieur du rocher; mais elles sont toujours perpendiculaires aux couches horizontales dans toutes les matières calcinables, comme les craies, les marnes, les pierres, les marbres, etc., au lieu qu'elles sont plus obliques et plus irrégulièrement posées dans les matières vitrifiables, dans les carrières de grès et les rochers de caillou, où elles sont intérieurement garnies de pointes de cristal et de minéraux de toute espèce; et dans les carrières de marbre ou de pierre calcinable, elles sont remplies de spar, de gypse, de gravier, et d'un sable terreux, qui est bon pour bâtir, et qui contient beaucoup de chaux; dans les argiles, dans les craies, dans les marnes, et dans toutes les autres espèces de terre, à l'exception des tufs, on trouve ces fentes perpendiculaires, ou vides, ou remplies de quelques matières que l'eau y a conduites.

Il me semble qu'on ne doit pas aller chercher loin la cause et l'origine de ces fentes perpendiculaires : comme toutes les matières ont été amenées et déposées par les eaux, il est naturel de penser qu'elles étoient détrempées et qu'elles contenoient d'abord une grande quantité d'eau; peu à peu elles se sont durcies et ressuyées, et en se desséchant elles ont diminué de volume, ce qui les a fait fendre de distance en distance : elles ont dû se fendre perpendiculairement, parce que l'action de la pesanteur des parties les unes sur les autres est nulle dans cette direction, et qu'au contraire elle est tout-à-fait opposée à cette *disruption* dans la situation horizontale; ce qui a fait que la diminution de volume n'a pu avoir d'effet sensible que dans la direction verticale. Je dis que c'est la diminution du volume par le dessèchement qui seule a produit ces fentes perpendiculaires, et que ce n'est pas l'eau contenue dans l'intérieur de ces matières qui a cherché des issues et qui a formé ces fentes; car j'ai souvent observé que les deux parois de ces fentes se répondent dans toute leur hauteur aussi exactement que deux morceaux de bois qu'on viendroit de fendre : leur intérieur est rude, et ne paroît pas avoir essuyé le frottement des eaux, qui auroient à la longue poli et usé les surfaces; ainsi ces fentes se sont faites ou tout à coup, ou peu à peu par le dessèchement, comme nous voyons les gerçures se faire dans les bois, et la plus grande partie de l'eau s'est évaporée par les pores. Mais nous ferons voir dans notre discours sur les minéraux, qu'il reste encore de cette eau primitive dans les pierres et dans plusieurs autres matières, et qu'elle sert à la production des cristaux, des minéraux, et de plusieurs autres substances terrestres.

L'ouverture de ces fentes perpendiculaires varie beaucoup pour la grandeur : quelques-unes n'ont qu'un demi-pouce, un pouce; d'autres ont un pied, deux pieds; il y en a qui ont quelquefois plusieurs toises, et ces dernières forment entre les deux parties du rocher ces précipices qu'on rencontre si souvent dans les Alpes et dans toutes les hautes montagnes. On voit bien que celles dont l'ouverture est petite ont été produites par le seul dessèchement : mais celles qui présentent une ouverture de quelques pieds de

1. Voyez les Preuves, art. XVII.

largeur ne se sont pas augmentées à ce point par cette seule cause; c'est aussi parce que la base qui porte le rocher ou les terres supérieures, s'est affaissée un peu plus d'un côté que de l'autre, et un petit affaissement dans la base, par exemple, une ligne ou deux, suffit pour produire dans une hauteur considérable des ouvertures de plusieurs pieds, et même de plusieurs toises : quelquefois aussi les rochers coulent un peu sur leur base de glaise ou de sable, et les fentes perpendiculaires deviennent plus grandes par ce mouvement. Je ne parle pas encore de ces larges ouvertures, de ces énormes coupures qu'on trouve dans les rochers et dans les montagnes; elles ont été produites par de grands affaissemens, comme seroit celui d'une caverne intérieure qui, ne pouvant plus soutenir le poids dont elle est chargée, s'affaisse et laisse un intervalle considérable entre les terres supérieures. Ces intervalles sont différens des fentes perpendiculaires; ils paroissent être des portes ouvertes par les mains de la nature pour la communication des nations. C'est de cette façon que se présentent les portes qu'on trouve dans les chaînes de montagnes et les ouvertures de détroits de la mer, comme les Thermopyles, les portes du Caucase, les Cordilières, etc., la porte du détroit de Gibraltar entre les monts Calpe et Abyla, la porte de l'Hellespont, etc. Ces ouvertures n'ont point été formées par la simple séparation des matières, comme les fentes dont nous venons de parler [1], mais par l'affaissement et la destruction d'une partie même de terres, qui a été engloutie ou renversée.

Ces grands affaissemens, quoique produits par des causes accidentelles [2] et secondaires, ne laissent pas de tenir une des premières places entre les principaux faits de l'histoire de la terre, et ils n'ont pas peu contribué à changer la face du globe. La plupart sont causés par des feux intérieurs, dont l'explosion fait les tremblemens de terre et les volcans : rien n'est comparable à la force [3] de ces matières enflammées et resserrées dans le sein de la terre; on a vu des villes entières englouties, des provinces bouleversées, des montagnes renversées par leur effort. Mais, quelque grande que soit cette violence, et quelque prodigieux que nous en paroissent les effets, il ne faut pas croire que ces feux viennent d'un feu central, comme quelques auteurs l'ont écrit, ni même qu'ils viennent d'une grande profondeur, comme c'est l'opinion commune, car l'air est absolument nécessaire à leur embrasement, au moins pour l'entretenir. On peut s'assurer, en examinant les matières qui sortent des volcans dans les plus violentes éruptions, que le foyer de la matière enflammée n'est pas à une grande profondeur, et que ce sont des matières semblables à celles qu'on trouve sur la croupe de la montagne, qui ne sont défigurées que par la calcination et la fonte des parties métalliques qui y sont mêlées; et pour se convaincre que ces matières jetées par les volcans ne viennent pas d'une grande profondeur, il n'y a qu'à faire attention à la hauteur de la montagne, et juger de la force immense qui seroit nécessaire pour pousser des pierres et des minéraux à une demi-lieue de hauteur; car l'Etna, l'Hécla, et plusieurs autres volcans, ont au moins cette élévation au dessus des plaines. Or, on sait que l'action du feu se fait en tous sens : elle ne pourroit donc pas s'exercer en haut avec une force capable de lancer de grosses pierres à une demi-lieue en hauteur, sans *réagir* avec la même force en bas et vers les côtés; cette réaction auroit bientôt détruit et percé la montagne de tous côtés, parce que les matières qui la composent ne sont pas plus dures que celles qui sont lancées : et comment imaginer que la cavité qui sert de tuyau ou de canon pour conduire ces matières jusqu'à l'embouchure du volcan, puisse résister à une si grande violence? D'ailleurs si cette cavité descendoit fort bas, comme l'orifice extérieur n'est pas fort grand, il seroit comme impossible qu'il en sortît à la fois une aussi grande quantité de matières enflammées et liquides, parce qu'elles se choqueroient entre elles et contre les parois du tuyau, et qu'en parcourant un espace aussi long, elles s'éteindroient et se durciroient. On voit souvent couler du sommet du volcan dans les plaines des ruisseaux de bitume et de soufre fondu qui viennent de l'intérieur, et qui sont jetés au dehors avec les pierres et les minéraux. Est-il naturel d'imaginer que des matières si peu solides, et dont la masse donne si peu de prise à une violente action, puissent être lancées d'une grande profondeur? Toutes les observations qu'on fera sur ce sujet prouveront que le feu des volcans n'est pas éloigné du sommet de la mon-

1. Voyez les Preuves, art. XVII.
2. Voyez les Preuves, art. XVII.
3. Voyez Agricola, *De rebus quæ effluunt è Terrâ*; *Trans. phil. ab.*, vol. II, page 39; *Ray's Discourses*, page 272, etc.

tagne, et qu'il s'en faut bien qu'il ne descende [1] au niveau des plaines.

Cela n'empêche pas cependant que son action ne se fasse sentir dans ces plaines par des secousses et des tremblemens de terre qui s'étendent quelquefois à une très-grande distance, qu'il ne puisse y avoir des voies souterraines par où la flamme et la fumée peuvent se [2] communiquer d'un volcan à un autre, et que dans ce cas ils ne puissent agir et s'enflammer presque en même temps. Mais c'est du foyer de l'embrasement que nous parlons : il ne peut être qu'à une petite distance de la bouche du volcan, et il n'est pas nécessaire, pour produire un tremblement de terre dans la plaine, que ce foyer soit au dessous du niveau de la plaine, ni qu'il y ait des cavités intérieures remplies du même feu; car une violente explosion, telle qu'est celle du volcan, peut, comme celle d'un magasin à poudre, donner une secousse assez violente pour qu'elle produise par sa réaction un tremblement de terre.

Je ne prétends pas dire pour cela qu'il n'y ait des tremblemens de terre produits immédiatement par des feux souterrains; mais [3] il y en a qui viennent de la seule explosion des volcans. Ce qui confirme tout ce que je viens d'avancer à ce sujet, c'est qu'il est très-rare de trouver des volcans dans les plaines ; ils sont au contraire tous dans les plus hautes montagnes, et ont tous leur bouche au sommet : si le feu intérieur qui les consume s'étendoit jusque dessous les plaines, ne le verroit-on pas dans le temps de ces violentes éruptions s'échapper et s'ouvrir un passage au travers du terrain des plaines ? et dans le temps de la première éruption, ces feux n'auroient-ils pas plutôt percé dans les plaines, et au pied des montagnes où ils n'auroient trouvé qu'une foible résistance, en comparaison de celle qu'ils ont dû éprouver, s'il est vrai qu'ils aient ouvert et fendu une montagne d'une demi-lieue de hauteur pour trouver une issue ?

Ce qui fait que les volcans sont toujours dans les montagnes, c'est que les minéraux, les pyrites et soufres, se trouvent en plus grande quantité et plus à découvert dans les montagnes que dans les plaines, et que ces lieux élevés recevant plus aisément et en plus grande abondance les pluies et les autres impressions de l'air, ces matières minérales qui y sont exposées, se mettent en fermentation et s'échauffent jusqu'au point de s'enflammer.

Enfin on a souvent observé qu'après de violentes éruptions pendant lesquelles le volcan rejette une très-grande quantité de matières, le sommet de la montagne s'affaisse et diminue à peu près de la même quantité qu'il seroit nécessaire qu'il diminuât pour fournir les matières rejetées; autre preuve qu'elles ne viennent pas de la profondeur intérieure du pied de la montagne, mais de la partie voisine du sommet, et du sommet même.

Les tremblemens de terre ont donc produit dans plusieurs endroits des affaissemens considérables, et ont fait quelques-unes des grandes séparations qu'on trouve dans les chaînes des montagnes : toutes les autres ont été produites en même temps que les montagnes mêmes par le mouvement des courans de la mer; et partout où il n'y a pas eu de bouleversement, on trouve les couches horizontales et les angles correspondans des montagnes [4]. Les volcans ont aussi formé des cavernes et des excavations souterraines qu'il est aisé de distinguer de celles qui ont été formées par les eaux, qui, ayant entraîné de l'intérieur des montagnes les sables et les autres matières divisées, n'ont laissé que les pierres et les rochers qui contenoient ces sables, et ont ainsi formé les cavernes que l'on remarque dans les lieux élevés, car celles qu'on trouve dans les plaines ne sont ordinairement que des carrières anciennes ou des mines de sel et d'autres minéraux, comme la carrière de Maestricht et les mines de Pologne, etc., qui sont dans des plaines. Mais les cavernes naturelles appartiennent aux montagnes, et elles reçoivent les eaux du sommet et des environs, qui y tombent comme dans des réservoirs, d'où elles coulent ensuite sur la surface de la terre lorsqu'elles trouvent une issue. C'est à ces cavités que l'on doit attribuer l'origine des fontaines abondantes et des grosses sources; et lorsqu'une caverne s'affaisse et se comble, il s'ensuit ordinairement [5] une inondation.

On voit par tout ce que nous venons de dire, combien les feux souterrains contribuent à changer la surface et l'intérieur du globe. Cette cause est assez puissante pour produire d'aussi grands effets : mais on ne croiroit pas que les vents pussent [6] causer des altérations sensibles sur la terre; la mer

1. Voyez Borelli, *de Incendiis Ætnæ*, etc.
2. Voyez *Trans. phil. abrig'd*, vol. II, page 392.
3. Voyez les Preuves, art. XVI.
4. Voyez les Preuves, art. XVII.
5. Voyez *Trans. phil. ab.*, vol. II, page 322.
6. Voyez les Preuves, art. XV.

paroît être leur empire, et après le flux et le reflux, rien n'agit avec plus de puissance sur cet élément; même le flux et le reflux marchent d'un pas uniforme, et leurs effets s'operent d'une maniere égale et qu'on prévoit : mais les vents impétueux agissent, pour ainsi dire, par caprice; ils se précipitent avec fureur et agitent la mer avec une telle violence, qu'en un instant cette plaine calme et tranquille devient hérissée de vagues hautes comme des montagnes, qui viennent se briser contre les rochers et contre les côtes. Les vents changent donc à tout moment la face mobile de la mer : mais la face de la terre, qui nous paroît si solide, ne devroit-elle pas être à l'abri d'un pareil effet ? On sait cependant que les vents élevent des montagnes de sables dans l'Arabie et dans l'Afrique, qu'ils en couvrent les plaines; et que souvent ils transportent ces sables à de grandes [1] distances et jusqu'à plusieurs lieues dans la mer, où il les amoncellent en si grande quantité, qu'ils y ont formé des bancs, des dunes, et des îles. On sait que les ouragans sont le fléau des Antilles, de Madagascar, et de beaucoup d'autres pays, où ils agissent avec tant de fureur, qu'ils enlevent quelquefois les arbres, les plantes, les animaux, avec toute la terre cultivée; ils font remonter et tarir les rivières, ils en produisent de nouvelles, ils renversent les montagnes et les rochers, ils font des trous et des gouffres dans la terre, et changent entierement la surface des malheureuses contrées où ils se forment. Heureusement il n'y a que peu de climats exposés à la fureur impétueuse de ces terribles agitations de l'air.

Mais ce qui produit les changemens les plus grands et les plus généraux sur la surface de la terre, ce sont les eaux du ciel, les fleuves, les rivieres et les torrens. Leur premiere origine vient des vapeurs que le soleil éleve au dessus de la surface des mers, et que les vents transportent dans tous les climats de la terre : ces vapeurs, soutenues dans les airs, et poussées au gré du vent, s'attachent aux sommets des montagnes qu'elles rencontrent, et s'y accumulent en si grande quantité, qu'elles y forment continuellement des nuages, et retombent incessamment en forme de pluie, de rosée, de brouillard, ou de neige. Toutes ces eaux sont d'abord descendues dans les plaines [2] sans tenir de route fixe : mais peu à peu elles ont creusé leur lit, et, cherchant par leur pente naturelle les endroits les plus bas de la montagne et les terrains les plus faciles à diviser ou à pénétrer, elles ont entraîné les terres et les sables; elles ont formé des ravines profondes en coulant avec rapidité dans les plaines; elles se sont ouvert des chemins jusqu'à la mer, qui reçoit autant d'eau par ses bords qu'elle en perd par l'évaporation : et de même que les canaux et les ravines que les fleuves ont creusés ont des sinuosités et des contours dont les angles sont correspondans entre eux, en sorte que l'un des bords formant un angle saillant dans les terres, le bord opposé fait toujours un angle rentrant, les montagnes et les collines, qu'on doit regarder comme les bords des vallées qui les séparent, ont aussi des sinuosités correspondantes de la même façon; ce qui semble démontrer que les vallées ont été les canaux des courans de la mer, qui les ont creusés peu à peu et de la même maniere que les fleuves ont creusé leur lit dans les terres.

Les eaux qui roulent sur la surface de la terre, et qui y entretiennent la verdure et la fertilité, ne sont peut-être que la plus petite partie de celles que les vapeurs produisent; car il y a des veines d'eau qui coulent et de l'humidité qui se filtre à de grandes profondeurs dans l'intérieur de la terre. Dans de certains lieux, en quelque endroit qu'on fouille, on est sûr de faire un puits et de trouver de l'eau; dans d'autres, on n'en trouve point du tout : dans presque tous les vallons et les plaines basses, on ne manque guère de trouver de l'eau à une profondeur médiocre; au contraire, dans tous les lieux élevés et dans toutes les plaines en montagne, on ne peut en tirer du sein de la terre, et il faut ramasser les eaux du ciel. Il y a des pays d'une vaste étendue où l'on n'a jamais pu faire un puits, et où toutes les eaux qui servent à abreuver les habitans et les animaux sont contenues dans des mares et des citernes. En Orient, surtout dans l'Arabie, dans l'Égypte, dans la Perse, etc., les puits sont extrêmement rares, aussi bien que les sources d'eau douce; et ces peuples ont été obligés de faire de grands réservoirs pour recueillir les eaux des pluies et des neiges : ces ouvrages, faits pour la nécessité publique, sont peut-être les plus beaux et les plus magnifiques monumens des Orientaux; il y a des réservoirs qui ont jusqu'à deux lieues de surface, et qui servent à arroser et à abreuver une province entière, au moyen des saignées et des petits ruisseaux

1. Voyez Bellarmin, *de Ascen. mentis in Deum*; Varen. *Geogr. gen.*, page 282; *Voyages de Pyrard*, tome I, page 470.
2. Voyez les Preuves, art. X et XVIII.

qu'on en dérive de tous côtés. Dans d'autres pays, au contraire, comme dans les plaines où coulent les grands fleuves de la terre, on ne peut pas fouiller un peu profondément sans trouver de l'eau; et dans un camp situé aux environs d'une rivière, souvent chaque tente a son puits au moyen de quelques coups de pioche.

Cette quantité d'eau qu'on trouve partout dans les lieux bas, vient des terres supérieures et des collines voisines, au moins pour la plus grande partie; car, dans le temps des pluies et de la fonte des neiges, une partie des eaux coule sur la surface de la terre, et le reste pénètre dans l'intérieur à travers les petites fentes des terres et des rochers; et cette eau sourcille en différens endroits lorsqu'elle trouve des issues, ou bien elle se filtre dans les sables; et lorsqu'elle vient à trouver un fond de glaise ou de terre ferme et solide, elle forme des lacs, des ruisseaux, et peut-être des fleuves souterrains dont le cours et l'embouchure nous sont inconnus, mais dont cependant, par les lois de la nature, le mouvement ne peut se faire qu'en allant d'un lieu plus élevé dans un lieu plus bas; et par conséquent ces eaux souterraines doivent tomber dans la mer, ou se rassembler dans quelque lieu bas de la terre, soit à la surface, soit dans l'intérieur du globe; car nous connaissons sur la terre quelques lacs dans lesquels il n'entre et desquels il ne sort aucune rivière, et il y en a un nombre beaucoup plus grand qui, ne recevant aucune rivière considérable, sont les sources des plus grands fleuves de la terre, comme les lacs du fleuve Saint-Laurent, le lac Chiamé, d'où sortent deux grandes rivières qui arrosent les royaumes d'Asem et de Pégu, les lacs d'Assiniboïls en Amérique, ceux d'Ozera en Moscovie, celui qui donne naisance au fleuve Bog, celui dont sort la grande rivière Irtis, etc., et une infinité d'autres qui semblent être les réservoirs [1] d'où la nature verse de tous côtés les eaux qu'elle distribue sur la surface de la terre. On voit bien que ces lacs ne peuvent être produits que par les eaux des terres supérieures, qui coulent par de petits canaux souterrains en se filtrant à travers les graviers et les sables, et viennent toutes se rassembler dans les lieux les plus bas où se trouvent ces grands amas d'eau. Au reste, il ne faut pas croire, comme quelques gens l'ont avancé, qu'il se trouve des lacs au sommet des plus hautes montagnes; car ceux qu'on trouve dans les Alpes et dans les autres lieux hauts, sont tous surmontés par des terres beaucoup plus hautes, et sont au pied d'autres montagnes peut-être plus élevées que les premières : ils tirent leur origine des eaux qui coulent à l'extérieur ou se filtrent dans l'intérieur de ces montagnes, tout de même que les eaux des vallons et des plaines tirent leur source des collines voisines et des terres plus éloignées qui les surmontent.

Il doit donc se trouver, et il se trouve en effet dans l'intérieur de la terre des lacs et des eaux répandues; surtout au dessous des plaines [2] et des grandes vallées : car les montagnes, les collines, et toutes les hauteurs qui surmontent les terres basses, sont découvertes tout autour, et présentent dans leur penchant une coupe ou perpendiculaire ou inclinée, dans l'étendue de laquelle les eaux qui tombent sur le sommet de la montagne et sur les plaines élevées, après avoir pénétré dans les terres, ne peuvent manquer de trouver issue et de sortir de plusieurs endroits en forme de sources et de fontaines; et par conséquent il n'y aura que peu ou point d'eau sous les montagnes. Dans les plaines, au contraire, comme l'eau qui se filtre dans les terres ne peut trouver d'issue, il y aura des amas d'eau souterrains dans les cavités de la terre, et une grande quantité d'eau qui suintera à travers les fentes des glaises et des terres fermes, ou qui se trouvera dispersée et divisée dans les graviers et dans les sables. C'est cette eau qu'on trouve partout dans les lieux bas. Pour l'ordinaire, le fond d'un puits n'est autre chose qu'un petit bassin dans lequel les eaux qui suintent des terres voisines se rassemblent en tombant d'abord goutte à goutte, et ensuite à filets d'eau continus, lorsque les routes sont ouvertes aux eaux les plus éloignées; en sorte qu'il est vrai de dire que quoique dans les plaines basses on trouve de l'eau partout, on ne pourroit cependant y faire qu'un certain nombre de puits, proportionné à la quantité d'eau dispersée, ou plutôt à l'étendue des terres plus élevées d'où ces eaux tirent leur source.

Dans la plupart des plaines, il n'est pas nécessaire de creuser jusqu'au niveau de la rivière pour avoir de l'eau : on la trouve ordinairement à une moindre profondeur, et il n'y a pas d'apparence que l'eau des fleuves et des rivières s'étende loin en se filtrant à travers les terres. On ne doit pas

1. Voyez les Preuves, art. XI.

2. Voyez les Preuves, art. XVIII.

non plus leur attribuer l'origine de toutes les eaux qu'on trouve au dessous de leur niveau dans l'intérieur de la terre ; car dans les torrens, dans les rivières qui tarissent, dans celles dont on détourne le cours, on ne trouve pas, en fouillant dans leur lit, plus d'eau qu'on n'en trouve dans les terres voisines. Il ne faut qu'une langue de terre de cinq ou six pieds d'épaisseur pour contenir l'eau et l'empêcher de s'échapper ; et j'ai souvent observé que les bords des ruisseaux et des mares ne sont pas sensiblement humides à six pouces de distance. Il est vrai que l'étendue de la filtration est plus ou moins grande, selon que le terrain est plus ou moins pénétrable : mais si l'on examine les ravines qui se forment dans les terres et même dans les sables, on reconnoîtra que l'eau passe toute dans le petit espace qu'elle se creuse elle-même, et qu'à peine les bords sont mouillés à quelques pouces de distance dans ces sables. Dans les terres végétales même, où la filtration doit être beaucoup plus grande que dans les sables et dans les autres terres, puisqu'elle est aidée de la force du tuyau capillaire, on ne s'aperçoit pas qu'elle s'étende fort loin. Dans un jardin on arrose abondamment, et on inonde, pour ainsi dire, une planche, sans que les planches voisines s'en ressentent considérablement. J'ai remarqué, en examinant de gros monceaux de terre de jardin de huit ou dix pieds d'épaisseur, qui n'avoient pas été remués depuis quelques années, et dont le sommet étoit à peu près de niveau, que l'eau des pluies n'a jamais pénétré à plus de trois ou quatre pieds de profondeur; en sorte qu'en remuant cette terre au printemps après un hiver fort humide, j'ai trouvé la terre de l'intérieur de ces monceaux aussi sèche que quand on l'avoit amoncelée. J'ai fait la même observation sur des terres accumulées depuis près de deux cents ans: au dessous de trois ou quatre pieds de profondeur, la terre étoit aussi sèche que la poussière. Ainsi l'eau ne se communique ni ne s'étend pas aussi loin qu'on le croit par la seule filtration ; cette voie n'en fournit dans l'intérieur de la terre que la plus petite partie; mais depuis la surface jusqu'à de grandes profondeurs, l'eau descend par son propre poids; elle pénètre par des conduits naturels ou par de petites routes qu'elle s'est ouvertes elle-même; elle suit les racines des arbres, les fentes des rochers, les interstices des terres, et se divise et s'étend de tous côtés en une infinité de petits rameaux et de filets, toujours en descendant jusqu'à ce qu'elle trouve une issue après avoir rencontré la glaise ou un autre terrain solide sur lequel elle s'est rassemblée.

Il seroit fort difficile de faire une évaluation un peu juste de la quantité des eaux souterraines qui n'ont point d'issue apparente[1]. Bien des gens ont prétendu qu'elle surpassoit de beaucoup celle de toutes les eaux qui sont à la surface de la terre ; et sans parler de ceux qui ont avancé que l'intérieur du globe étoit absolument rempli d'eau, il y en a qui croient qu'il y a une infinité de fleuves, de ruisseaux, de lacs, dans la profondeur de la terre : mais cette opinion, quoique commune, ne me paroît pas fondée, et je crois que la quantité des eaux souterraines qui n'ont point d'issue à la surface du globe n'est pas considérable; car s'il y avoit un si grand nombre de rivières souterraines, pourquoi ne verrions-nous pas à la surface de la terre des embouchures de quelques-unes de ces rivières, et par conséquent des sources grosses comme des fleuves ? D'ailleurs les rivières et toutes les eaux courantes produisent des changemens très-considérables à la surface de la terre; elles entraînent les terres, creusent les rochers, déplacent tout ce qui s'oppose à leur passage. Il en seroit de même des fleuves souterrains; ils produiroient des altérations sensibles dans l'intérieur du globe. Mais on n'y a point observé de ces changemens produits par le mouvement des eaux; rien n'est déplacé : les couches parallèles et horizontales subsistent partout; les différentes matières gardent partout leur position primitive, et ce n'est qu'en fort peu d'endroits qu'on a observé quelques veines d'eau souterraines un peu considérables. Ainsi l'eau ne travaille point en grand dans l'intérieur de la terre; mais elle y fait bien de l'ouvrage en petit : comme elle est divisée en une infinité de filets, qu'elle est retenue par autant d'obstacles, et enfin qu'elle est dispersée presque partout, elle concourt immédiatement à la formation de plusieurs substances terrestres qu'il faut distinguer avec soin des matières anciennes, et qui en effet en diffèrent totalement par leur forme et par leur organisation.

Ce sont donc les eaux rassemblées dans la vaste étendue des mers qui, par le mouvement continuel du flux et du reflux, ont produit les montagnes, les vallées et les autres inégalités de la terre; ce sont les courans de la mer qui ont creusé les vallons et

1. Voyez les Preuves, art. X, XI et XVIII.

élevé les collines en leur donnant des directions correspondantes; ce sont ces mêmes eaux de la mer qui, en transportant les terres, les ont disposées les unes sur les autres par lits horizontaux; et ce sont les eaux du ciel qui peu à peu détruisent l'ouvrage de la mer, qui rabaissent continuellement la hauteur des montagnes, qui comblent les vallées, les bouches des fleuves et les golfes, et qui, ramenant tout au niveau, rendront un jour cette terre à la mer qui s'en emparera successivement, en laissant à découvert de nouveaux continens entrecoupés de vallons et de montagnes, et tout semblables à ceux que nous habitons aujourd'hui.

A Montbard, le 3 octobre 1744.

PREUVES

DE LA THÉORIE DE LA TERRE

ARTICLE I.

De la formation des planètes.

Fecitque cadendo
Undique ne caderet.

MANIL.

NOTRE objet étant l'histoire naturelle, nous nous dispenserions volontiers de parler d'astronomie : mais la physique de la terre tient à la physique céleste; et d'ailleurs, nous croyons que pour une plus grande intelligence de ce qui a été dit, il est nécessaire de donner quelques idées générales sur la formation, le mouvement et la figure de la terre et des planètes.

La terre est un globe d'environ trois mille lieues de diamètre : elle est située à trente millions de lieues du soleil, autour duquel elle fait sa révolution en trois cent soixante-cinq jours. Ce mouvement de révolution est le résultat de deux forces : l'une qu'on peut se représenter comme une impulsion de droite à gauche, ou de gauche à droite; et l'autre comme une attraction de haut en bas, ou du bas en haut, vers un centre. La direction de ces deux forces et leurs quantités sont combinées et proportionnées de façon qu'il en résulte un mouvement presque uniforme dans une ellipse fort approchante d'un cercle [1]. Semblable aux autres planètes, la terre est opaque, elle fait ombre, elle reçoit et réfléchit la lumière du soleil, et elle tourne autour de cet astre suivant les lois qui conviennent à sa distance et à sa densité relative : elle tourne aussi sur elle-même en vingt quatre heures, et l'axe autour duquel se fait ce mouvement de rotation est incliné de soixante-six degrés et demi sur le plan de l'orbite de sa révolution. Sa figure est celle d'un sphéroïde dont les deux axes diffèrent d'environ une cent soixante et quinzième partie, et le plus petit axe est celui autour duquel se fait la rotation.

Ce sont là les principaux phénomènes de la terre; ce sont là les résultats des grandes découvertes que l'on a faites par le moyen de la géométrie, de l'astronomie, et de la navigation. Nous n'entrerons point ici dans le détail qu'elles exigent pour être démontrées, et nous n'examinerons pas comment on est venu au point de s'assurer de la vé-

1. J'ai dit que *la terre est située à trente millions de lieues du soleil;* et c'étoit en effet l'opinion commune des astronomes en 1745, lorsque j'ai écrit ce traité de la formation des planètes : mais de nouvelles observations, et surtout la dernière faite en 1769, du passage de Vénus sur le disque du soleil, nous ont démontré que cette distance de trente millions doit être augmentée de trois ou quatre millions de lieues; et c'est par cette raison que dans les deux mémoires de la partie hypothétique de cet ouvrage, j'ai toujours compté trente-trois millions de lieues, et non pas trente, pour la distance moyenne de la terre au soleil. Je suis obligé de faire cette remarque, afin qu'on ne me mette pas en opposition avec moi-même.

Je dois encore remarquer que non seulement on a reconnu par les nouvelles observations que le soleil étoit à quatre millions de lieues de plus de distance de la terre, mais aussi qu'il étoit plus volumineux d'un sixième, et que par conséquent le volume entier des planètes n'est guère que la huit centième partie de celui du soleil, et non pas la six cent cinquantième partie, comme je l'ai avancé d'après les connoissances que nous avions, en 1745, sur ce sujet. Cette différence en moins rend d'autant plus plausible la possibilité de cette projection de la matière des planètes hors du soleil. (*Add. Buff.*)

rité de tous ces faits; ce seroit répéter ce qui a été dit : nous ferons seulement quelques remarques qui pourront servir à éclaircir ce qui est encore douteux ou contesté, et en même temps nous donnerons nos idées au sujet de la formation des planètes, et des différens états par où il est possible qu'elles aient passé avant que d'être parvenues à l'état où nous les voyons aujourd'hui. On trouvera dans la suite de cet ouvrage des extraits de tant de systèmes et de tant d'hypothèses sur la formation du globe terrestre, sur les différens états par où il a passé, et sur les changemens qu'il a subis, qu'on ne peut pas trouver mauvais que nous joignions ici nos conjectures à celles des philosophes qui ont écrit sur ces matières, et surtout lorsqu'on verra que nous ne les donnons en effet que pour de simples conjectures, auxquelles nous prétendons seulement assigner un plus grand degré de probabilité qu'à toutes celles qu'on a faites sur le même sujet. Nous nous refusons d'autant moins à publier ce que nous avons pensé sur cette matière, que nous espérons par là mettre le lecteur plus en état de prononcer sur la grande différence qu'il y a entre une hypothese où il n'entre que des possibilités, et une théorie fondée sur des faits; entre un système tel que nous allons en donner un dans cet article sur la formation et le premier état de la terre, et une histoire physique de son état actuel, telle que nous venons de la donner dans le discours précédent.

Galilée ayant trouvé la loi de la chute des corps, et Kepler ayant observé que les aires que les planètes principales décrivent autour du soleil, et celles que les satellites décrivent autour de leur planète principale, sont proportionnelles aux temps, et que les temps des révolutions des planètes et des satellites sont proportionnels aux racines carrées des cubes de leurs distances au soleil ou à leurs planètes principales, Newton trouva que la force qui fait tomber les graves sur la surface de la terre s'étend jusqu'à la lune et la retient dans son orbite; que cette force diminue en même proportion que le carré de la distance augmente; que par conséquent la lune est attirée par la terre; que la terre et toutes les planètes sont attirées par le soleil, et qu'en général tous les corps qui décrivent autour d'un centre ou d'un foyer des aires proportionnelles au temps, sont attirés vers ce point. Cette force, que nous connoissons sous le nom de pesanteur, est donc généralement répandue dans toute la matière; les planètes, les comètes, le soleil, la terre, tout est sujet à ses lois, et elle sert de fondement à l'harmonie de l'univers : nous n'avons rien de mieux prouvé en physique que l'existence actuelle et individuelle de cette force dans les planètes, dans le soleil, dans la terre, et dans toute la matière que nous touchons ou que nous apercevons. Toutes les observations ont confirmé l'effet actuel de cette force, et le calcul en a déterminé la quantité et les rapports. L'exactitude des géomètres et la vigilance des astronomes atteignent à peine à la précision de cette mécanique céleste et à la régularité de ses effets.

Cette cause générale étant connue, on en déduiroit aisément les phénomènes, si l'action des forces qui les produisent n'étoit pas trop combinée. Mais qu'on se représente un moment le système du monde sous ce point de vue, et on sentira quel chaos on a eu à débrouiller. Les planètes principales sont attirées par le soleil; le soleil est attiré par les planètes; les satellites sont aussi attirés par leur planète principale; chaque planète est attirée par toutes les autres, et elle les attire aussi. Toutes ces actions et réactions varient suivant les masses et les distances : elles produisent des inégalités, des irrégularités : comment combiner et évaluer une si grande quantité de rapports? Paroît-il possible, au milieu de tant d'objets, de suivre un objet particulier? Cependant on a surmonté ces difficultés; le calcul a confirmé ce que la raison avoit soupçonné; chaque observation est devenue une nouvelle démonstration, et l'ordre systématique de l'univers est à découvert aux yeux de tous ceux qui savent reconnoître la vérité.

Une seule chose arrête, et est en effet indépendante de cette théorie; c'est la force d'impulsion : l'on voit évidemment que celle d'attraction tirant toujours les planètes vers le soleil, elles tomberoient en ligne perpendiculaire sur cet astre si elles n'en étoient éloignées par une autre force, qui ne peut être qu'une impulsion en ligne droite, dont l'effet s'exerceroit dans la tangente de l'orbite, si la force d'attraction cessoit un instant. Cette force d'impulsion a certainement été communiquée aux astres en général par la main de Dieu, lorsqu'il donna le branle à l'univers; mais comme on doit, autant qu'on peut, en physique, s'abstenir d'avoir recours aux causes qui sont hors de la nature, il me paroît que dans le système solaire on peut rendre raison de cette force

d'impulsion d'une manière assez vraisemblable, et qu'on peut en trouver une cause dont l'effet s'accorde avec les règles de la mécanique, et qui d'ailleurs ne s'éloigne pas des idées qu'on doit avoir au sujet des changemens et des révolutions qui peuvent et doivent arriver dans l'univers.

La vaste étendue du système solaire, ou, ce qui revient au même, la sphère de l'attraction du soleil, ne se borne pas à l'orbe des planètes, même les plus éloignées; mais elle s'étend à une distance indéfinie, toujours en décroissant dans la même raison que le carré de la distance augmente. Il est démontré que les comètes qui se perdent à nos yeux dans la profondeur du ciel, obéissent à cette force, et que leur mouvement, comme celui des planètes, dépend de l'attraction du soleil. Tous ces astres, dont les routes sont si différentes, décrivent autour du soleil des aires proportionnelles au temps, les planètes dans des ellipses plus ou moins approchantes d'un cercle, et les comètes dans des ellipses fort allongées. Les comètes et les planètes se meuvent donc en vertu de deux forces, l'une d'attraction, et l'autre d'impulsion, qui, agissant à la fois et à tout instant, les obligent à décrire ces courbes : mais il faut remarquer que les comètes parcourent le système solaire dans toutes sortes de directions, et que les inclinaisons des plans de leurs orbites sont fort différentes entre elles; en sorte que, quoique sujettes, comme les planètes, à la même force d'attraction, les comètes n'ont rien de commun dans leur mouvement d'impulsion : elles paroissent à cet égard absolument indépendantes les unes des autres. Les planètes, au contraire, tournent toutes dans le même sens autour du soleil, et presque dans le même plan, n'y ayant que sept degrés et demi d'inclinaison entre les plans les plus éloignés de leurs orbites. Cette conformité de position et de direction dans le mouvement des planètes suppose nécessairement quelque chose de commun dans leur mouvement d'impulsion, et doit faire soupçonner qu'il leur a été communiqué par une seule et même cause.

Ne peut-on pas imaginer, avec quelque sorte de vraisemblance, qu'une comète, tombant sur la surface du soleil, aura déplacé cet astre, et qu'elle en aura séparé quelques petites parties auxquelles elle aura communiqué un mouvement d'impulsion dans le même sens et par un même choc, en sorte que les planètes auroient autrefois appartenu au corps du soleil, et qu'elles en auroient été détachées par une force impulsive commune à toutes, qu'elles conservent encore aujourd'hui?

Cela me paroît au moins aussi probable que l'opinion de M. Leibnitz, qui prétend que les planètes et la terre ont été des soleils; et je crois que son système, dont on trouvera le précis à l'article cinquième, auroit acquis un grand degré de généralité et un peu plus de probabilité s'il se fût élevé à cette idée. C'est ici le cas de croire avec lui que la chose arriva dans le temps que Moïse dit que Dieu sépara la lumière des ténèbres; car, selon Leibnitz, la lumière fut séparée des ténèbres lorsque les planètes s'éteignirent. Mais ici la séparation est physique et réelle, puisque la matière opaque qui compose les corps des planètes fut réellement séparée de la matière lumineuse qui compose le soleil [1].

Cette idée sur la cause du mouvement d'impulsion des planètes paroîtra moins hasardée lorsqu'on rassemblera toutes les analogies qui y ont rapport, et qu'on voudra se donner la peine d'en estimer les probabilités. La première est cette direction commune de leur mouvement d'impulsion qui fait que les six planètes vont toutes d'occident en orient. Il y a déjà 64 à parier contre un qu'elles n'auroient pas eu ce mouvement dans le même sens si la même cause ne l'avoit pas produit; ce qu'il est aisé de prouver par la doctrine des hasards.

Cette probabilité augmentera prodigieusement par la seconde analogie, qui est que l'inclinaison des orbites n'excède pas 7 de-

1. J'ai dit que *la matière opaque qui compose le corps des planètes fut réellement séparée de la matière lumineuse qui compose le soleil.*

Cela pourroit induire en erreur; car la matière des planètes au sortir du soleil étoit aussi lumineuse que la matière même de cet astre, et les planètes ne sont devenues opaques, ou pour mieux dire obscures, que quand leur état d'incandescence a cessé. J'ai déterminé la durée de cet état d'incandescence dans plusieurs matières que j'ai soumises à l'expérience, et j'en ai conclu, par analogie, la durée de l'incandescence de chaque planète dans le premier mémoire de la partie hypothétique.

Au reste, comme le torrent de la matière projetée par la comète hors du corps du soleil a traversé l'immense atmosphère de cet astre, il en a entraîné les parties volatiles aériennes et aqueuses qui forment aujourd'hui les atmosphères et les mers des planètes. Ainsi l'on peut dire qu'à tous égards la matière dont sont composées les planètes est la même que celle du soleil, et qu'il n'y a d'autre différence que par le degré de chaleur, extrême dans le soleil, et plus ou moins attiédie dans les planètes, suivant le rapport composé de leur épaisseur et de leur densité. (*Add. Buff.*)

grés et demi : car en comparent les espaces, on trouve qu'il y a 24 contre un pour que deux planètes se trouvent dans des plans plus éloignés, et par conséquent 24^{5} ou 7962624 à parier contre un que ce n'est pas par hasard qu'elles se trouvent toutes six ainsi placées et renfermées dans l'espace de 7 degrés et demi ; ou, ce qui revient au même, il y a cette probabilité qu'elles ont quelque chose de commun dans le mouvement qui leur a donné cette position. Mais que peut-il y avoir de commun dans l'impression d'un mouvement d'impulsion, si ce n'est la force et la direction des corps qui le communiquent ? On peut donc conclure avec une très-grande vraisemblance que les planètes ont reçu leur mouvement d'impulsion par un seul coup. Cette probabilité qui équivaut presque à une certitude, étant acquise, je cherche quel corps en mouvement a pu faire ce choc et produire cet effet, et je ne vois que les comètes capables de communiquer un aussi grand mouvement à d'aussi vastes corps.

Pour peu qu'on examine le cours des comètes, on se persuadera aisément qu'il est presque nécessaire qu'il en tombe quelquefois dans le soleil. Celle de 1680 en approcha de si près, qu'à son périhélie elle n'en étoit pas éloignée de la sixième partie du diamètre solaire ; et si elle revient, comme il y a apparence, en l'année 2255, elle pourroit bien tomber cette fois dans le soleil : cela dépend des rencontres qu'elle aura faites sur sa route, et du retardement qu'elle a souffert en passant dans l'atmosphère du soleil [1].

Nous pouvons donc présumer, avec le philosophe que nous venons de citer, qu'il tombe quelquefois des comètes sur le soleil ; mais cette chute peut se faire de différentes façons : si elles y tombent à plomb, ou même dans une direction qui ne soit pas fort oblique, elles demeureront dans le soleil et serviront d'aliment au feu qui consume cet astre, et le mouvement d'impulsion qu'elles auront perdu et communiqué au soleil, ne produira d'autre effet que celui de le déplacer plus ou moins, selon que la masse de la comète sera plus ou moins considérable. Mais si la chute de la comète se fait dans une direction fort oblique, ce qui doit arriver plus souvent de cette façon que de l'autre, alors la comète ne fera que raser la surface du soleil ou la sillonner à une petite profondeur ; et dans ce cas elle pourra en sortir et en chasser quelques parties de matière auxquelles elle communiquera un mouvement commun d'impulsion, et ces parties poussées hors du corps du soleil, et la comète elle-même, pourront devenir alors des planètes qui tourneront autour de cet astre dans le même sens et dans le même plan. On pourroit peut-être calculer quelle masse, quelle vitesse et quelle direction devroit avoir une comète pour faire sortir du soleil une quantité de matière égale à celle que contiennent les six planètes et leurs satellites : mais cette recherche seroit ici hors de sa place ; il suffira d'observer que toutes les planètes avec les satellites ne font pas la 650e partie de la masse du soleil [2], parce que la densité des grosses planètes, Saturne et Jupiter, est moindre que celle du soleil, et que quoique la terre soit quatre fois, et la lune près de cinq fois plus dense que le soleil, elles ne sont cependant que comme des atomes en comparaison de la masse de cet astre.

J'avoue que quelque peu considérable que soit une six cent cinquantième partie d'un tout, il paroît au premier coup d'œil qu'il faudroit, pour séparer cette partie du corps du soleil, une très-puissante comète : mais si on fait réflexion à la vitesse prodigieuse des comètes dans leur périhélie, vitesse d'autant plus grande que leur route est plus droite, et qu'elles approchent du soleil de plus près ; si d'ailleurs on fait attention à la densité, à la *fixité* et à la solidité de la matière dont elles doivent être composées pour souffrir, sans être détruites, la chaleur inconcevable qu'elles éprouvent auprès du soleil, et si on se souvient en même temps qu'elles présentent aux yeux des observateurs un noyau vif et solide qui réfléchit fortement la lumière du soleil à travers l'atmosphère immense de la comète qui enveloppe et doit obscurcir ce noyau, on ne pourra guère douter que les comètes ne soient composées d'une matière très-solide et très-dense [3], et qu'elles ne contiennent

1. Voyez *Newton*, troisième édition, page 525.

2. Voyez *Newton*, page 405.

3. J'ai dit que *les comètes sont composées d'une matière très-solide et très-dense.* Ceci ne doit pas être pris comme une assertion positive et générale ; car il doit y avoir de grandes différences entre la densité de telle ou telle comète, comme il y en a entre la densité des différentes planètes : mais on ne pourra déterminer cette différence de densité relative entre chacune des comètes que quand on en connoîtra les périodes de révolution aussi parfaitement que l'on connoît les périodes des planètes. Une comète dont la densité seroit seulement comme la densité de la planète de Mercure, double de celle de la terre, et qui auroit à son périhélie au-

sous un petit volume une grande quantité de matière ; que par conséquent une comète ne puisse avoir assez de masse et de vitesse pour déplacer le soleil, et donner un mouvement de projectilité à une quantité de matière aussi considérable que l'est la 650[e] partie de la masse de cet astre. Ceci s'accorde parfaitement avec ce que l'on sait au sujet de la densité des planètes : on croit qu'elle est d'autant moindre que les planètes sont plus éloignées du soleil, et qu'elles ont moins de chaleur à supporter; en sorte que Saturne est moins dense que Jupiter, et Jupiter beaucoup moins dense que la terre. En effet, si la densité des planètes étoit, comme le prétend Newton, proportionnée à la quantité de chaleur qu'elles ont à supporter, Mercure seroit sept fois plus dense que la terre, et vingt-huit fois plus dense que le soleil ; la comète de 1680 seroit 28,000 fois plus dense que la terre, ou 112,000 fois plus dense que le soleil; et en la supposant grosse comme la terre, elle contiendroit sous un même volume une quantité de matière égale à peu près à la neuvième partie de la masse du soleil, ou, en ne lui donnant que la centième partie de la grosseur de la terre, sa masse seroit encore égale à la 900[e] partie du soleil : d'où il est aisé de conclure qu'une telle masse qui ne fait qu'une petite comète, pourroit séparer et pousser hors du soleil une 900[e] ou une 650[e] partie de sa masse, surtout si l'on fait attention à l'immense *vitesse acquise* avec laquelle les comètes se meuvent lorsqu'elles passent dans le voisinage de cet astre.

Une autre analogie, et qui mérite quelque attention, c'est la conformité entre la densité de la matière des planètes et la densité de la matière du soleil. Nous connoissons sur la surface de la terre des matières 14 ou 15,000 fois plus denses les unes que les autres; les densités de l'or et de l'air sont à peu près dans ce rapport : mais l'intérieur de la terre et le corps des planètes sont composés de parties plus similaires, et dont la densité comparée varie beaucoup moins ; et la conformité de la densité de la matière des planètes et de la densité de la matière du soleil est telle, que sur 650 parties qui composent la totalité de la matière des planètes, il y en a plus de 640 qui sont presque de la même densité que la matière du soleil, et qu'il n'y a pas dix parties sur ces 650 qui soient d'une plus grande densité ; car Saturne et Jupiter sont à peu près de la même densité que le soleil, et la quantité de matière que ces deux planètes contiennent est au moins 64 fois plus grande que la quantité de matière des quatre planètes inférieures, Mars, la Terre, Vénus, et Mercure. On doit donc dire que la matière dont sont composées les planètes en général est à peu près la même que celle du soleil, et que par conséquent cette matière peut en avoir été séparée.

Mais, dira-t-on, si la comète, en tombant obliquement sur le soleil, en a sillonné la surface et en a fait sortir la matière qui compose les planètes, il paroît que toutes les planètes, au lieu de décrire des cercles dont le soleil est le centre, auroient au contraire à chaque révolution rasé la surface du soleil, et seroient revenues au même point d'où elles étoient parties, comme feroit tout projectile qu'on lanceroit avec assez de force d'un point de la surface de la terre pour l'obliger à tourner perpétuellement : car il est aisé de démontrer que ce corps reviendroit à chaque révolution au point d'où il auroit été lancé; et dès lors on ne peut pas attribuer à l'impulsion d'une comète la projection des planètes hors du soleil, puisque leur mouvement autour de cet astre est différent de ce qu'il seroit dans cette hypothèse.

A cela je réponds que la matière qui compose les planètes n'est pas sortie de cet astre en globes tout formés, auxquels la comète auroit communiqué son mouvement d'impulsion, mais que cette matière est sortie sous la forme d'un torrent dont le mouvement des parties antérieures a dû être accéléré par celui des parties postérieures; que d'ailleurs l'attraction des parties antérieures a dû aussi accélérer le mouvement des parties postérieures, et que cette accélération de mouvement, produite par l'une ou l'autre de ces causes, et peut-être par toutes les deux, a pu être telle, qu'elle aura changé la premiere direction du mouvement d'impulsion, et qu'il a pu en résulter un mouvement tel que nous l'observons aujourd'hui dans les planètes, surtout en supposant que le choc de la comète a déplacé le soleil : car, pour donner un exemple qui rendra

tant de vitesse que la comète de 1680, seroit peut-être suffisante pour chasser hors du soleil toute la quantité de matière qui compose les planètes, parce que la matière de la comète étant dans ce cas huit fois plus dense que la matière solaire, elle communiqueroit huit fois autant de mouvement, et chasseroit une 800[e] partie de la masse du soleil aussi aisément qu'un corps dont la densité seroit égale à celle de la matière solaire, pourroit en chasser une centième partie. (*Add. Buff.*)

ceci plus sensible, supposons qu'on tirât du haut d'une montagne une balle de mousquet, et que la force de la poudre fût assez grande pour la pousser au delà du demi-diametre de la terre; il est certain que cette balle tourneroit autour du globe, et reviendroit à chaque révolution passer au point d'où elle auroit été tirée : mais si au lieu d'une balle de mousquet nous supposons qu'on ait tiré une fusée volante où l'action du feu seroit durable et accéléreroit beaucoup le mouvement d'impulsion, cette fusée, ou plutôt la cartouche qui la contient, ne reviendroit pas au même point, comme la balle de mousquet, mais décriroit un orbe dont le périgée seroit d'autant plus éloigné de la terre, que la force d'accélération auroit été plus grande et auroit changé davantage la premiere direction, toutes choses étant supposées égales d'ailleurs. Ainsi, pourvu qu'il y ait eu de l'accélération dans le mouvement d'impulsion communiqué au torrent de matière par la chute de la comète, il est très-possible que les planètes qui se sont formées dans ce torrent aient acquis le mouvement que nous leur connoissons dans des cercles et des ellipses dont le soleil est le centre ou le foyer.

La maniere dont se font les grandes éruptions de volcans peut nous donner une idée de cette accélération de mouvement dans le torrent dont nous parlons. On a observé que quand le Vésuve commence à mugir et à rejeter les matières dont il est embrasé, le premier tourbillon qu'il vomit n'a qu'un certain degré de vitesse; mais cette vitesse est bientôt accélérée par l'impulsion d'un second tourbillon qui succède au premier, puis par l'action d'un troisième, et ainsi de suite : les ondes pesantes de bitume, de soufre, de cendre, de métal fondu, paroissent des nuages massifs; et, quoiqu'ils se succèdent toujours à peu près dans la même direction, ils ne laissent pas de changer beaucoup celle du premier tourbillon, et de le pousser ailleurs et plus loin qu'il ne seroit parvenu tout seul.

D'ailleurs ne peut-on pas répondre à cette objection, que le soleil ayant été frappé par la comete, et ayant reçu une partie de son mouvement d'impulsion, il aura lui-même éprouvé un mouvement qui l'aura déplacé; et que quoique ce mouvement du soleil soit maintenant trop peu sensible pour que dans de petits intervalles de temps les astronomes aient pu l'apercevoir, il se peut cependant que ce mouvement existe encore, et que le soleil se meuve lentement vers différentes parties de l'univers, en décrivant une courbe autour du centre de gravité de tout le système? et si cela est, comme je le présume, on voit bien que les planetes, au lieu de revenir auprès du soleil à chaque révolution, auront au contraire décrit des orbites dont les points des périhélies sont d'autant plus éloignés de cet astre, qu'il s'est plus éloigné lui-même du lieu qu'il occupoit anciennement.

Je sens bien qu'on pourra me dire que si l'accélération du mouvement se fait dans la même direction, cela ne change pas le point du périhélie, qui sera toujours à la surface du soleil; mais doit-on croire que dans un torrent dont les parties se sont succédé, il n'y a eu aucun changement de direction? Il est au contraire très-probable qu'il y a eu un assez grand changement de direction pour donner aux planetes le mouvement qu'elles ont.

On pourra me dire aussi que si le soleil a été déplacé par le choc de la comete, il a dû se mouvoir uniformément, et que dès lors ce mouvement étant commun à tout le système, il n'a dû rien changer; mais le soleil ne pouvoit-il pas avoir avant le choc un mouvement autour du centre de gravité du systeme cométaire, auquel mouvement primitif le choc de la comète aura ajouté une augmentation ou une diminution? et cela suffiroit encore pour rendre raison du mouvement actuel des planètes.

Enfin, si l'on ne veut admettre aucune de ces suppositions, ne peut-on pas présumer, sans choquer la vraisemblance, que dans le choc de la comète contre le soleil il y a eu une force élastique qui aura élevé le torrent au dessus de la surface du soleil, au lieu de le pousser directement? ce qui seul peut suffire pour écarter le point du périhélie et donner aux planètes le mouvement qu'elles ont conservé : et cette supposition n'est pas dénuée de vraisemblance; car la matiere du soleil peut bien être fort élastique, puisque la seule partie de cette matiere que nous connoissons, qui est la lumière, semble par ses effets être parfaitement élastique. J'avoue que je ne puis pas dire si c'est par l'une ou par l'autre des raisons que je viens de rapporter, que la direction du premier mouvement d'impulsion des planètes a changé; mais ces raisons suffisent au moins pour faire voir que ce changement est possible, et même probable; et cela suffit aussi à mon objet.

Mais sans insister davantage sur les objections qu'on pourroit faire, non plus que

sur les preuves que pourroient fournir les analogies en faveur de mon hypothèse, suivons-en l'objet et tirons des inductions; voyons donc ce qui a pu arriver lorsque les planètes, et surtout la terre, ont reçu ce mouvement d'impulsion, et dans quel état elles se sont trouvées après avoir été séparées de la masse du soleil. La comète ayant, par un seul coup, communiqué un mouvement de projectile à une quantité de matière égale à la six cent cinquantième partie de la masse du soleil, les particules les moins denses se seront séparées des plus denses, et auront formé par leur attraction mutuelle des globes de différente densité: Saturne, composé des parties les plus grosses et les plus légères, se sera le plus éloigné du soleil; ensuite Jupiter, qui est plus dense que Saturne, se sera moins éloigné; et ainsi de suite. Les planètes les plus grosses et les moins denses sont les plus éloignées, parce qu'elles ont reçu un mouvement d'impulsion plus fort que les plus petites et les plus denses; car la force d'impulsion se communiquant par les surfaces, le même coup aura fait mouvoir les parties les plus grosses et les plus légères de la matière du soleil avec plus de vitesse que les parties les plus petites et les plus massives: il se sera donc fait une séparation des parties denses de différens degrés, en sorte que la densité de la matière du soleil étant égale à 100, celle de Saturne est égale à 67, celle de Jupiter = 94 1/2, celle de Mars = 200, celle de la terre = 400, celle de Vénus = 800, et celle de Mercure = 2800. Mais la force d'attraction ne se communiquant pas, comme celle d'impulsion, par la surface, et agissant au contraire sur toutes les parties de la masse, elle aura tenu les portions de matière les plus denses; et c'est pour cette raison que les planètes les plus denses sont les plus voisines du soleil, et qu'elles tournent autour de cet astre avec plus de rapidité que les planètes les moins denses, qui sont aussi les plus éloignées.

Les deux grosses planètes, Jupiter et Saturne, qui sont, comme l'on sait, les parties principales du système solaire, ont conservé ce rapport entre leur densité et leur mouvement d'impulsion, dans une proportion si juste, qu'on doit en être frappé: la densité de Saturne est à celle de Jupiter comme 67 à 94 1/2, et leurs vitesses sont à peu près comme 88 1/2 à 120 1/72, ou comme 67 à 90 11/16. Il est rare que de pures conjectures on puisse tirer des rapports aussi exacts. Il est vrai qu'en suivant ce rapport entre la vitesse et la densité des planètes, la densité de la terre ne devroit être que comme 206 7/18, au lieu qu'elle est comme 400 [1]: de là on peut conjecturer que notre globe étoit d'abord une fois moins dense qu'il ne l'est aujourd'hui. A l'égard des autres planètes, Mars, Vénus, et Mercure, comme leur densité n'est connue que par conjecture, nous ne pouvons savoir si cela détruiroit ou confirmeroit notre opinion sur le rapport de la vitesse et de la densité des planètes en général. Le sentiment de Newton est que la densité est d'autant plus grande, que la chaleur à laquelle la planète est exposée est plus grande; et c'est sur cette idée que nous venons de dire

1. J'ai dit qu'*en suivant la proportion de ces rapports, la densité du globe de la terre ne devroit être que comme* 206 7/18, *au lieu d'être* 400.

Cette densité de la terre, qui se trouve trop grande relativement à la vitesse de son mouvement autour du soleil, doit être un peu diminuée par une raison qui m'avoit échappé: c'est que la lune, qu'on doit regarder ici comme faisant corps avec la terre, est moins dense dans la raison de 702 à 1000, et que le globe lunaire faisant 1/49 du volume du globe terrestre, il faut par conséquent diminuer la densité 400 de la terre, d'abord dans la raison de 1000 à 702; ce qui nous donneroit 281, c'est-à-dire 119 de diminution sur la densité 400, si la lune étoit aussi grosse que la terre: mais comme elle n'en fait ici que la 49e partie, cela ne produit qu'une diminution de 119/49 ou 2 3/7, et par conséquent la densité de notre globe relativement à sa vitesse, au lieu de 206 7/18, doit être estimée 206 7/18 + 2 3/7, c'est-à-dire à peu près 209. D'ailleurs l'on doit présumer que notre globe étoit moins dense au commencement qu'il ne l'est aujourd'hui, et qu'il l'est devenu beaucoup plus, d'abord par le refroidissement, et ensuite par l'affaissement des vastes cavernes dont son intérieur étoit rempli. Cette opinion s'accorde avec la connoissance que nous avons des bouleversemens qui sont arrivés et qui arrivent encore tous les jours à la surface du globe, et jusqu'à d'assez grandes profondeurs: ce fait aide même à expliquer comment il est possible que les eaux de la mer aient autrefois été supérieures de deux mille toises aux parties de la terre actuellement habitées; car ces eaux la couvriroient encore, si, par de grands affaissemens, la surface de la terre ne s'étoit abaissée en différens endroits pour former les bassins de la mer et les autres réceptacles des eaux tels qu'ils sont aujourd'hui.

Si nous supposons le diamètre du globe terrestre de 2863 lieues, il en avoit deux de plus lorsque les eaux le couvroient à 2000 toises de hauteur. Cette différence du volume de la terre donne 1/477 d'augmentation pour sa densité par le seul abaissement des eaux: on peut même doubler, et peut-être tripler cette augmentation de densité ou cette diminution de volume du globe par l'affaissement et les éboulemens des montagnes et par les remblais des vallées, en sorte que depuis la chute des eaux sur la terre, on peut raisonnablement présumer qu'elle a augmenté de plus d'un centième de densité. (*Add. Buff.*)

que Mars est une fois moins dense que la terre, Vénus une fois plus dense, Mercure sept fois plus dense, et la comète de 1680 vingt-huit mille fois plus dense que la terre. Mais cette proportion entre la densité des planètes et la chaleur qu'elles ont à supporter, ne peut pas subsister lorsqu'on fait attention à Saturne et à Jupiter, qui sont les principaux objets que nous ne devons jamais perdre de vue dans le système solaire; car, selon ce rapport entre la densité et la chaleur, il se trouve que la densité de Saturne seroit environ comme 4 7/18, et celle de Jupiter comme 14 17/22 au lieu de 67 et de 94 1/2, différence trop grande pour que le rapport entre la densité et la chaleur que les planètes ont à supporter, puisse être admis : ainsi, malgré la confiance que méritent les conjectures de Newton, je crois que la densité des planètes a plus de rapport avec leur vitesse qu'avec le degré de chaleur qu'elles ont à supporter [1]. Ceci n'est qu'une cause finale, et l'autre est un rapport physique dont l'exactitude est singulière dans les deux grosses planètes : il est cependant vrai que la densité de la terre, au lieu d'être 206 7/8, se trouve être 400, et que par conséquent il faut que le globe terrestre se soit condensé dans cette raison de 206 7/8 à 400.

Mais la condensation ou la coction des planètes n'a-t-elle pas quelque rapport avec la quantité de la chaleur du soleil dans chaque planète? et des lors Saturne, qui est fort éloigné de cet astre, n'aura souffert que peu ou point de condensation, Jupiter sera condensé de 11/16 à 94 1/12 : or, la chaleur du soleil dans Jupiter étant à celle du soleil sur la terre comme 14 17/22 sont à 400, les condensations ont dû se faire dans la même proportion; de sorte que Jupiter s'étant condensé de 90 11/16 à 64 1/2, la terre auroit dû se condenser en même proportion de 206 7/8 à 215 990/1451, si elle eût été placée dans l'orbite de Jupiter, où elle n'auroit dû recevoir du soleil qu'une chaleur égale à celle que reçoit cette planète. Mais la terre se trouvant beaucoup plus près de cet astre, et recevant une chaleur dont le rapport à celle que reçoit Jupiter est de 400 à 14 17/22, il faut multiplier la quantité de condensation qu'elle auroit eue dans l'orbite de Jupiter par le rapport de 400 à 14 17/22; ce qui donne à peu près 234 1/2 pour la quantité dont la terre a dû se condenser. Sa densité étoit 207 7/8 : en y ajoutant la quantité de condensation, l'on trouve pour sa densité actuelle 440 7/8; ce qui approche assez de la densité 400, déterminée par la parallaxe de la lune. Au reste, je ne prétends pas donner ici de rapports exacts, mais seulement des approximations, pour faire voir que les densités des planètes ont beaucoup de rapport avec leur vitesse dans leurs orbites.

La comète ayant donc par sa chute oblique sillonné la surface du soleil, aura poussé hors du corps de cet astre une partie de matière égale à la six cent cinquantième partie de sa masse totale : cette matière, qu'on doit considérer dans un état de fluidité, ou plutôt de liquéfaction, aura d'abord formé un torrent; les parties les plus grosses et les moins denses auront été poussées

1. J'ai dit que *malgré la confiance que méritent les conjectures de Newton, la densité des planètes a plus de rapport avec leur vitesse qu'avec le degré de chaleur qu'elles ont à supporter.*

Par l'estimation que nous avons faite dans les mémoires précédens, de l'action de la chaleur solaire sur chaque planète, on a dû remarquer que cette chaleur solaire est en général si peu considérable, qu'elle n'a jamais pu produire qu'une très-légère différence sur la densité de chaque planète; car l'action de cette chaleur solaire, qui est foible en elle-même, n'influe sur la densité des matières planétaires qu'à la surface même des planètes, et elle ne peut agir sur la matière qui est dans l'intérieur des globes planétaires, puisque cette chaleur solaire ne peut pénétrer qu'à une très-petite profondeur. Ainsi la densité totale de la masse entière de la planète n'a aucun rapport avec cette chaleur qui lui est envoyée du soleil.

Dès lors il me paroît certain que la densité des planètes ne dépend en aucune façon du degré de chaleur qui leur est envoyée du soleil, et qu'au contraire cette densité des planètes doit avoir un rapport nécessaire à leur vitesse, laquelle dépend d'un autre rapport qui me paroît immédiat : c'est celui de leur distance au soleil. Nous avons vu que les parties les plus denses se sont moins éloignées que les parties les moins denses dans le temps de la projection générale. Mercure, qui est composé des parties les plus denses de la matière projetée hors du soleil, est resté dans le voisinage de cet astre, tandis que Saturne, qui est composé des parties les plus légères de cette même matière projetée, s'en est le plus éloigné. Et comme les planètes les plus distantes du soleil circulent autour de cet astre avec plus de vitesse que les planètes les plus voisines, il s'ensuit que leur densité a un rapport médiat avec leur vitesse, et plus immédiat avec leur distance au soleil. Les distances des six planètes au soleil sont

comme 4, 7, 10, 15, 52, 95.

Leurs densités

comme 2040, 1270, 1000, 730, 292, 184.

Et si l'on suppose les densités en raison inverse des distances, elles seront 2040, 1160, 889 1/2, 660, 210, 159. Ce dernier rapport entre leurs densités respectives est peut être plus réel que le premier, parce qu'il me paroît fondé sur la cause physique qui a dû produire la différence de densité dans chaque planète. (*Add. Buff.*)

au plus loin; et les parties les plus petites et les plus denses n'ayant reçu que la même impulsion, ne se seront pas si fort éloignées, la force d'attraction du soleil les aura retenues; toutes les parties détachées par la comète et poussées les unes par les autres, auront été contraintes de circuler autour de cet astre, et en même temps l'attraction mutuelle des parties de la matière en aura formé des globes à différentes distances, dont les plus voisins du soleil auront nécessairement conservé plus de rapidité pour tourner ensuite perpétuellement autour de cet astre.

Mais, dira-t-on une seconde fois, si la matière qui compose les planètes a été séparée du corps du soleil, les planètes devroient être, comme le soleil, brûlantes et lumineuses, et non pas froides et opaques comme elles le sont : rien ne ressemble moins à ce globe de feu qu'un globe de terre et d'eau; et, à en juger par comparaison, la matière de la terre et des planètes est tout à fait différente de celle du soleil.

A cela on peut répondre que dans la séparation qui s'est faite des particules plus ou moins denses, la matière a changé de forme, et que la lumière ou le feu s'est éteint par cette séparation causée par le mouvement d'impulsion. D'ailleurs ne peut-on pas soupçonner que si le soleil ou une étoile brûlante et lumineuse par elle-même se mouvoit avec autant de vitesse que se meuvent les planètes, le feu s'éteindroit peut-être, et que c'est par cette raison que toutes les étoiles lumineuses sont fixes et ne changent pas de lieu, et que ces étoiles que l'on appelle *nouvelles*, qui ont probablement changé de lieu, se sont éteintes aux yeux mêmes des observateurs? Ceci se confirme par ce qu'on a observé sur les comètes; elles doivent brûler jusqu'au centre lorsqu'elles passent à leur périhélie : cependant elles ne deviennent pas lumineuses par elles-mêmes; on voit seulement qu'elles exhalent des vapeurs brûlantes, dont elles laissent en chemin une partie considérable.

J'avoue que si le feu peut exister dans un milieu où il n'y a point ou très-peu de résistance, il pourroit aussi souffrir un très-grand mouvement sans s'éteindre; j'avoue aussi que ce que je viens de dire ne doit s'entendre que des étoiles qui disparoissent pour toujours, et que celles qui ont des retours périodiques et qui se montrent et disparoissent alternativement sans changer de lieu, sont fort différentes de celles dont je parle : les phénomènes de ces astres singuliers ont été expliqués d'une manière très-satisfaisante par M. de Maupertuis dans son *Discours sur la figure des astres*, et je suis convaincu qu'en partant des faits qui nous sont connus, il n'est pas possible de mieux deviner qu'il l'a fait. Mais les étoiles qui ont paru et ensuite disparu pour toujours, se sont vraisemblablement éteintes, soit par la vitesse de leur mouvement, soit par quelque autre cause, et nous n'avons point d'exemple dans la nature qu'un astre lumineux tourne autour d'un autre astre : de vingt-huit ou trente comètes et de treize planètes qui composent notre système et qui se meuvent autour du soleil avec plus ou moins de rapidité, il n'y en a pas une de lumineuse par elle-même.

On pourroit répondre encore que le feu ne peut pas subsister aussi long-temps dans les petites que dans les grandes masses, et qu'au sortir du soleil les planètes ont dû brûler pendant quelque temps, mais qu'elles se sont éteintes faute de matières combustibles, comme le soleil s'éteindra probablement par la même raison, mais dans des âges futurs et aussi éloignés des temps auxquels les planètes se sont éteintes, que sa grosseur l'est de celle des planètes. Quoi qu'il en soit, la séparation des parties plus ou moins denses, qui s'est faite nécessairement dans le temps que la comète a poussé hors du soleil la matière des planètes, me paroît suffisante pour rendre raison de cette extinction de leurs feux.

La terre et les planètes au sortir du soleil étoient donc brûlantes et dans un état de liquéfaction totale. Cet état de liquéfaction n'a duré qu'autant que la violence de la chaleur qui l'avoit produit; peu à peu les planètes se sont refroidies, et c'est dans le temps de cet état de fluidité causée par le feu qu'elles auront pris leur figure, et que leur mouvement de rotation aura fait élever les parties de l'équateur en abaissant les pôles. Cette figure, qui s'accorde si bien avec les lois de l'hydrostatique, suppose nécessairement que la terre et les planètes aient été dans un état de fluidité; et je suis ici de l'avis de M. Leibnitz : cette fluidité étoit une liquéfaction causée par la violence de la chaleur; l'intérieur de la terre doit être une matière vitrifiée dont les sables, les grès, le roc vif, les granites et peut-être les argiles, sont des fragmens et des scories.

On peut donc croire, avec quelque vraisemblance, que les planètes ont appartenu au soleil, qu'elles en ont été séparées par un seul coup qui leur a donné un mouve-

ment d'impulsion dans le même sens et dans le même plan, et que leur position à différentes distances du soleil ne vient que de leurs différentes densités. Il reste maintenant à expliquer par la même théorie le mouvement de rotation des planètes et la formation des satellites : mais ceci, loin d'ajouter des difficultés ou des impossibilités à notre hypothèse, semble au contraire la confirmer.

Car le mouvement de rotation dépend uniquement de l'obliquité du coup, et il est nécessaire qu'une impulsion, dès qu'elle est oblique à la surface d'un corps, donne à ce corps un mouvement de rotation : ce mouvement de rotation sera égal et toujours le même, si le corps qui le reçoit est homogène ; et il sera inégal, si le corps est composé de parties hétérogènes ou de différentes densités : et de là on doit conclure que dans chaque planète la matière est homogène, puisque leur mouvement de rotation est égal : autre preuve de la séparation des parties denses et moins denses lorsqu'elles se sont formées.

Mais l'obliquité du coup a pu être telle qu'il se sera séparé du corps de la planète principale de petites parties de matière, qui auront conservé la même direction de mouvement que la planète même; ces parties se seront réunies, suivant leurs densités, à différentes distances de la planète par la force de leur attraction mutuelle, et en même temps elles auront suivi nécessairement la planète dans son cours autour du soleil, en tournant elles-mêmes autour de la planète, à peu près dans le plan de son orbite. On voit bien que ces petites parties que la grande obliquité du coup aura séparées, sont les satellites : ainsi la formation, la position et la direction des mouvemens des satellites s'accordent parfaitement avec la théorie; car ils ont tous la même direction de mouvement dans des cercles concentriques autour de leur planète principale; leur mouvement est dans le même plan, et ce plan est celui de l'orbite de la planète. Tous ces effets qui leur sont communs, et qui dépendent de leur mouvement d'impulsion, ne peuvent venir que d'une cause commune, c'est-à-dire d'une impulsion commune de mouvement, qui leur a été communiquée par un seul et même coup donné sous une certaine obliquité.

Ce que nous venons de dire sur la cause du mouvement de rotation et de la formation des satellites, acquerra plus de vraisemblance, si nous faisons attention à toutes les circonstances des phénomènes. Les planètes qui tournent le plus vite sur leur axe, sont celles qui ont des satellites. La terre tourne plus vite que Mars dans le rapport d'environ 24 à 15; la terre a un satellite, et Mars n'en a point. Jupiter surtout, dont la rapidité autour de son axe est 5 ou 600 fois plus grande que celle de la terre, a quatre satellites; et il y a grande apparence que Saturne, qui en a cinq et un anneau, tourne encore beaucoup plus vite que Jupiter.

On peut même conjecturer avec quelque fondement que l'anneau de Saturne est parallèle à l'équateur de cette planète, en sorte que le plan de l'équateur de l'anneau et celui de l'équateur de Saturne sont à peu près les mêmes; car en supposant, suivant la théorie précédente, que l'obliquité du coup par lequel Saturne a été mis en mouvement ait été fort grande, la vitesse autour de l'axe, qui aura résulté de ce coup oblique, aura pu d'abord être telle, que la force centrifuge excédoit celle de la gravité; et il se sera détaché de l'équateur et des parties voisines de l'équateur de la planète une quantité considérable de matière, qui aura nécessairement pris la figure d'un anneau, dont le plan doit être à peu près le même que celui de l'équateur de la planète; et cette partie de matière qui forme l'anneau ayant été détachée de la planète dans le voisinage de l'équateur, Saturne en a été abaissé d'autant sous l'équateur; ce qui fait que, malgré la grande rapidité que nous lui supposons autour de son axe, les diamètres de cette planète peuvent n'être pas aussi inégaux que ceux de Jupiter, qui diffèrent de plus d'une onzième partie.

Quelque grande que soit à mes yeux la vraisemblance de ce que j'ai dit jusqu'ici sur la formation des planètes et de leurs satellites, comme chacun a sa mesure, surtout pour estimer des probabilités de cette nature, et que cette mesure dépend de la puissance qu'a l'esprit pour combiner des rapports plus ou moins éloignés, je ne prétends pas contraindre ceux qui n'en voudront rien croire. J'ai cru seulement devoir semer ces idées, parce qu'elles m'ont paru raisonnables, et propres à éclaircir une matière sur laquelle on n'a jamais rien écrit, quelque important qu'en soit le sujet, puisque le mouvement d'impulsion des planètes entre au moins pour moitié dans la composition du système de l'univers, que l'attraction seule ne peut expliquer. J'ajouterai seulement, pour ceux qui voudroient nier

la possibilité de mon système, les questions suivantes :

1° N'est-il pas naturel d'imaginer qu'un corps qui est en mouvement, ait reçu ce mouvement par le choc d'un corps ?

2° N'est-il pas très-probable que plusieurs corps qui ont la même direction dans leur mouvement, ont reçu cette direction par un seul ou par plusieurs coups dirigés dans le même sens ?

3° N'est-il pas tout-à-fait vraisemblable que plusieurs corps ayant la même direction dans leur mouvement et leur position dans un même plan, n'ont pas reçu cette direction dans le même sens et cette position dans le même plan par plusieurs coups, mais par un seul et même coup ?

4° N'est-il pas très-probable qu'en même temps qu'un corps reçoit un mouvement d'impulsion, il le reçoive obliquement, et que par conséquent il soit obligé de tourner sur lui-même d'autant plus vite que l'obliquité du coup aura été plus grande ?

Si ces questions ne paroissent pas déraisonnables, le système dont nous venons de donner une ébauche cessera de paroître une absurdité.

Passons maintenant à quelque chose qui nous touche de plus près, et examinons la figure de la terre, sur laquelle on a fait tant de recherches et de si grandes observations. La terre étant, comme il paroît par l'égalité de son mouvement diurne et la constance de l'inclinaison de son axe, composée de parties homogènes, et toutes ses parties s'attirant en raison de leurs masses, elle auroit pris nécessairement la figure d'un globe parfaitement sphérique, si le mouvement d'impulsion eût été donné dans une direction perpendiculaire à la surface ; mais ce coup ayant été donné obliquement, la terre a tourné sur son axe dans le même temps qu'elle a pris sa forme, et de la combinaison de ce mouvement de rotation et de celui de l'attraction des parties, il a résulté une figure sphéroïde, plus élevée sous le grand cercle de rotation, et plus abaissée aux deux extrémités de l'axe, et cela parce que l'action de la force centrifuge provenant du mouvement de rotation, diminue l'action de la gravité : ainsi la terre étant homogène, et ayant pris sa consistance en même temps qu'elle a reçu son mouvement de rotation, elle a dû prendre une figure sphéroïde, dont les deux axes diffèrent d'une 230e partie. Ceci peut se démontrer à la rigueur, et ne dépend point des hypothèses qu'on voudroit faire sur la direction de la pesanteur ; car il n'est pas permis de faire des hypothèses contraires à des vérités établies ou qu'on peut établir. Or, les lois de la pesanteur nous sont connues ; nous ne pouvons douter que les corps ne pèsent les uns sur les autres en raison directe de leurs masses, et inverse du carré de leurs distances : de même nous ne pouvons pas douter que l'action générale d'une masse quelconque ne soit composée de toutes les actions particulières des parties de cette masse. Ainsi il n'y a point d'hypothèse à faire sur la direction de la pesanteur : chaque partie de matière s'attire mutuellement en raison directe de sa masse et inverse du carré de la distance ; et de toutes ces attractions il résulte une sphère lorsqu'il n'y a point de rotation, et il en résulte un sphéroïde lorsqu'il y a rotation. Ce sphéroïde est plus ou moins accourci aux deux extrémités de l'axe de rotation, à proportion de la vitesse de ce mouvement, et la terre a pris, en vertu de sa vitesse de rotation et de l'attraction mutuelle de toutes ses parties, la figure d'un sphéroïde, dont les deux axes sont entre eux comme 229 à 230.

Ainsi, par sa constitution originaire, par son homogénéité, et indépendamment de toute hypothèse sur la direction de la pesanteur, la terre a pris cette figure dans le temps de sa formation, et elle est, en vertu des lois de la mécanique, élevée nécessairement d'environ six lieues et demie à chaque extrémité du diamètre de l'équateur de plus que sous les pôles.

Je vais insister sur cet article, parce qu'il y a encore des géomètres qui croient que la figure de la terre dépend, dans la théorie, du système de philosophie qu'on embrasse, et de la direction qu'on suppose à la pesanteur. La première chose que nous ayons à démontrer c'est l'attraction mutuelle de toutes les parties de la matière ; et la seconde, l'homogénéité du globe terrestre. Si nous faisons voir clairement que ces deux faits ne peuvent pas être révoqués en doute, il n'y aura plus aucune hypothèse à faire sur la direction de la pesanteur : la terre aura eu nécessairement la figure déterminée par Newton ; et toutes les autres figures qu'on voudroit lui donner en vertu des tourbillons ou des autres hypothèses, ne pourront subsister.

On ne peut pas douter, à moins qu'on ne doute de tout, que ce ne soit la force de la gravité qui retient les planètes dans leurs orbites. Les satellites de Saturne gravitent vers Saturne, ceux de Jupiter vers Jupiter, la lune vers la terre, et Saturne, Jupiter,

Mars, la terre, Vénus et Mercure, gravitent vers le soleil; de même Saturne et Jupiter gravitent vers leurs satellites, la terre gravite vers la lune, et le soleil gravite vers les planètes. La gravité est donc générale et mutuelle dans toutes les planètes; car l'action d'une force ne peut pas s'exercer sans qu'il y ait réaction : toutes les planètes agissent donc mutuellement les unes sur les autres. Cette attraction mutuelle sert de fondement aux lois de leur mouvement, et elle est demontrée par les phénomènes. Lorsque Saturne et Jupiter sont en conjonction, ils agissent l'un sur l'autre, et cette attraction produit une irrégularité dans leur mouvement autour du soleil. Il en est de même de la terre et de la lune; elles agissent mutuellement l'une sur l'autre; mais les irrégularités du mouvement de la lune viennent de l'attraction du soleil, en sorte que le soleil, la terre et la lune, agissent mutuellement les uns sur les autres. Or, cette attraction mutuelle que les planètes exercent les unes sur les autres, est proportionnelle à leur quantité de matière lorsque les distances sont égales; et la même force de gravité qui fait tomber les graves sur la surface de la terre, et qui s'étend jusqu'à la lune, est aussi proportionnelle à la quantité de matière : donc la gravité totale d'une planète est composée de la gravité de chacune des parties qui la composent; donc toutes les parties de la matière, soit dans la terre, soit dans les planètes, gravitent les unes sur les autres; donc toutes les parties de la matière s'attirent mutuellement : et cela étant une fois prouvé, la terre, par son mouvement de rotation, a dû nécessairement prendre la figure d'un sphéroïde dont les axes sont entre eux comme 229 à 230, et la direction de la pesanteur est nécessairement perpendiculaire à la surface de ce sphéroïde; par conséquent il n'y a point d'hypothèse à faire sur la direction de la pesanteur, à moins qu'on ne nie l'attraction mutuelle et générale des parties de la matière : mais on vient de voir que l'attraction mutuelle est démontrée par les observations; et les expériences des pendules prouvent qu'elle est générale dans toutes les parties de la matière : donc on ne peut pas faire de nouvelles hypothèses sur la direction de la pesanteur, sans aller contre l'expérience et la raison.

Venons maintenant à l'homogénéité du globe terrestre. J'avoue que si l'on suppose que le globe soit plus dense dans certaines parties que dans d'autres, la direction de la pesanteur doit être différente de celle que nous venons d'assigner; qu'elle sera différente suivant les différentes suppositions qu'on fera, et que la figure de la terre deviendra différente aussi en vertu des mêmes suppositions. Mais quelle raison a-t-on pour croire que cela soit ainsi? Pourquoi veut-on, par exemple, que les parties voisines du centre soient plus denses que celles qui en sont plus éloignées? toutes les particules qui composent le globe ne sont-elles pas rassemblées par leur attraction mutuelle? dès lors chaque particule est un centre, et il n'y a pas de raison pour croire que les parties qui sont autour du centre de grandeur du globe, soient plus denses que celles qui sont autour d'un autre point : mais d'ailleurs, si une partie considérable du globe étoit plus dense qu'une autre partie, l'axe de rotation se trouveroit plus près des parties denses, et il en résulteroit une inégalité dans la révolution diurne, en sorte qu'à la surface de la terre nous remarquerions de l'inégalité dans le mouvement apparent des fixes; elles nous paroîtroient se mouvoir beaucoup plus vite ou beaucoup plus lentement au zénith qu'à l'horizon, selon que nous serions posés sur les parties denses ou légères du globe. Cet axe de la terre ne passant plus par le centre de grandeur du globe, changeroit aussi très-sensiblement de position. Mais tout cela n'arrive pas : on sait, au contraire, que le mouvement diurne de la terre est égal et uniforme; on sait qu'à toutes les parties de la surface de la terre les étoiles paroissent se mouvoir avec la même vitesse à toutes les hauteurs; et s'il y a une nutation dans l'axe, elle est assez insensible pour avoir échappé aux observateurs. On doit donc conclure que le globe est homogène ou presque homogène dans toutes ses parties.

Si la terre étoit un globe creux et vide, dont la croûte n'auroit, par exemple, que deux ou trois lieues d'épaisseur, il en résulteroit, 1° que les montagnes seroient dans ce cas des parties si considérables de l'épaisseur totale de la croûte, qu'il y auroit une grande irrégularité dans les mouvemens de la terre par l'attraction de la lune et du soleil; car quand les parties les plus élevées du globe, comme les Cordilières, auroient la lune au méridien, l'attraction seroit beaucoup plus forte sur le globe entier que quand les parties les plus basses auroient de même cet astre au méridien; 2° l'attraction des montagnes seroit beaucoup plus considérable qu'elle ne l'est en comparaison de l'attraction totale du globe, et les expériences faites à la montagne de Chimboraço au Pé-

roit donneroient dans ce cas plus de degrés qu'elles n'ont donné de secondes pour la déviation du fil à plomb; 3° la pesanteur des corps seroit plus grande au dessus d'une haute montagne, comme le pic de Ténériffe, qu'au niveau de la mer, en sorte qu'on se sentiroit considérablement plus pesant et qu'on marcheroit plus difficilement dans les lieux élevés que dans les lieux bas. Ces considérations, et quelques autres qu'on pourroit y ajouter, doivent nous faire croire que l'intérieur du globe n'est pas vide, et qu'il est rempli d'une matière assez dense.

D'autre côté, si au dessous de deux ou trois lieues la terre étoit remplie d'une matière beaucoup plus dense qu'aucune des matières que nous connoissons, il arriveroit nécessairement que toutes les fois qu'on descendroit à des profondeurs même médiocres, on pèseroit sensiblement beaucoup plus, les pendules s'accéléreroient beaucoup plus qu'ils ne s'accélèrent en effet lorsqu'on les transporte d'un lieu élevé dans un lieu plus bas. Ainsi nous pouvons présumer que l'intérieur de la terre est rempli d'une matière à peu près semblable à celle qui compose sa surface. Ce qui peut achever de nous déterminer en faveur de ce sentiment, c'est que dans le temps de la première formation du globe, lorsqu'il a pris la forme d'un sphéroïde aplati sous les pôles, la matière qui le compose étoit en fusion, et par conséquent homogène et à peu près également dense dans toutes ses parties, aussi bien à la surface qu'à l'intérieur. Depuis ce temps la matière de la surface, quoique la même, a été remuée et travaillée par les causes extérieures; ce qui a produit des matières de différentes densités. Mais on doit remarquer que les matières qui, comme l'or et les métaux, sont les plus denses, sont aussi celles qu'on trouve le plus rarement, et qu'en conséquence de l'action des causes extérieures, la plus grande partie de la matière qui compose le globe à la surface, n'a pas subi de très-grands changemens par rapport à sa densité, et les matières les plus communes, comme le sable et la glaise, ne diffèrent pas beaucoup en densité, en sorte qu'il y a tout lieu de conjecturer, avec grande vraisemblance, que l'intérieur de la terre est rempli d'une matière vitrifiée dont la densité est à peu près la même que celle du sable, et que par conséquent le globe terrestre en général peut être regardé comme homogène.

Il reste une ressource à ceux qui veulent absolument faire des suppositions; c'est de dire que le globe est composé de couches concentriques de différentes densités: car, dans ce cas, le mouvement diurne sera égal, et l'inclinaison de l'axe constante, comme dans le cas de l'homogénéité. Je l'avoue; mais je demande en même temps s'il y a aucune raison de croire que ces couches de différentes densités existent, si ce n'est pas vouloir que les ouvrages de la nature s'ajustent à nos idées abstraites, et si l'on doit admettre en physique une supposition qui n'est fondée sur aucune observation, aucune analogie, et qui ne s'accorde avec aucune des inductions que nous pouvons tirer d'ailleurs.

Il paroît donc que la terre a pris, en vertu de l'attraction mutuelle de ses parties et de son mouvement de rotation, la figure d'un sphéroïde dont les deux axes diffèrent d'une 230[e] partie: il paroît que c'est là sa figure primitive, qu'elle l'a prise nécessairement dans le temps de son état de fluidité ou de liquéfaction; il paroît qu'en vertu des lois de la gravité et de la force centrifuge, elle ne peut avoir d'autre figure que du moment même de sa formation. Il y a eu cette différence entre les deux diamètres, de six lieues et demie d'élévation de plus sous l'équateur que sous les pôles, et que par conséquent toutes les hypothèses par lesquelles on peut trouver plus ou moins de différence, sont des fictions auxquelles il ne faut faire aucune attention.

Mais, dira-t-on, si la théorie est vraie, si le rapport de 229 à 230 est le vrai rapport des axes, pourquoi les mathématiciens envoyés en Laponie et au Pérou s'accordent-ils à donner le rapport de 174 à 175? d'où peut venir cette différence de la pratique à la théorie? et, sans faire tort au raisonnement qu'on vient de faire pour démontrer la théorie, n'est-il pas plus raisonnable de donner la préférence à la pratique et aux mesures, surtout quand on ne peut pas douter qu'elles aient été prises par les plus habiles mathématiciens de l'Europe[1], et avec toutes les précautions nécessaires pour en constater le résultat?

A cela je réponds que je n'ai garde de donner atteinte aux observations faites sous l'équateur et au cercle polaire, que je n'ai aucun doute sur leur exactitude, et que la terre peut bien être réellement élevée d'une 175[e] partie de plus sous l'équateur que sous les pôles: mais en même temps je maintiens la théorie, et je vois clairement que ces deux résultats peuvent se concilier. Cette

1. M. de Maupertuis, *Figure de la terre.*

différence des deux résultats de la théorie et des mesures est d'environ quatre lieues dans les deux axes, en sorte que les parties sous l'équateur sont élevées de deux lieues de plus qu'elles ne doivent l'être suivant la théorie. Cette hauteur de deux lieues répond assez juste aux plus grandes inégalités de la surface du globe : elles proviennent du mouvement de la mer, et de l'action des fluides à la surface de la terre. Je m'explique : il me paroît que dans le temps que la terre s'est formée, elle a nécessairement dû prendre, en vertu de l'attraction mutuelle de ses parties et de l'action de la force centrifuge, la figure d'un sphéroïde dont les axes diffèrent d'une 230e partie. La terre ancienne et originaire a eu nécessairement cette figure qu'elle a prise lorsqu'elle étoit fluide ou plutôt liquéfiée par le feu : mais lorsqu'après sa formation et son refroidissement, les vapeurs, qui étoient étendues et raréfiées, comme nous voyons l'atmosphère et les feux d'une comète, se furent condensées, elles tombèrent sur la surface de la terre, et formèrent l'air et l'eau; et lorsque ces eaux qui étoient à la surface furent agitées par le mouvement du flux et du reflux, les matières furent entraînées peu à peu des pôles vers l'équateur, en sorte qu'il est possible que les parties des pôles se soient abaissées d'environ une lieue, et que les parties de l'équateur se soient élevées de la même quantité. Cela ne s'est pas fait tout à coup, mais peu à peu et dans la succession des temps : la terre étant à l'extérieur exposée aux vents, à l'action de l'air et du soleil, toutes ces causes irrégulières ont concouru avec le flux et le reflux pour sillonner sa surface, y creuser des profondeurs, y élever des montagnes; ce qui a produit des inégalités, des irrégularités, dans cette couche de terre remuée, dont cependant la plus grande épaisseur ne peut être que d'une lieue sous l'équateur. Cette inégalité de deux lieues est peut-être la plus grande qui puisse être à la surface de la terre; car les plus hautes montagnes n'ont guère qu'une lieue de hauteur, et les plus grandes profondeurs de la mer n'ont peut-être pas une lieue. La théorie est donc vraie, et la pratique peut l'être aussi : la terre a dû d'abord n'être élevée sous l'équateur que d'environ six lieues et demie de plus qu'aux pôles, et ensuite, par les changemens qui sont arrivés à sa surface, elle a pu s'élever davantage. L'histoire naturelle confirme merveilleusement cette opinion, et nous avons prouvé, dans le discours précédent, que c'est le flux et reflux, et les autres mouvemens des eaux, qui ont produit les montagnes et toutes les inégalités de la surface du globe; que cette même surface a subi des changemens très-considérables, et qu'à de grandes profondeurs, comme sur les plus grandes hauteurs, on trouve des os, des coquilles, et d'autres dépouilles d'animaux habitans des mers ou de la surface de la terre.

On peut conjecturer, par ce qui vient d'être dit, que pour trouver la terre ancienne et les matières qui n'ont jamais été remuées, il faudroit creuser dans les climats voisins des pôles, où la couche de terre remuée doit être plus mince que dans les climats méridionaux.

Au reste, si l'on examine de près les mesures par lesquelles on a déterminé la figure de la terre, on verra bien qu'il entre de l'hypothétique dans cette détermination, car elle suppose que la terre a une figure courbe régulière; au lieu qu'on peut penser que la surface du globe ayant été altérée par une grande quantité de causes combinées à l'infini, elle n'a peut-être aucune figure régulière, et dès lors la terre pourroit bien n'être en effet aplatie que d'une 230e partie, comme le dit Newton, et comme la théorie le demande. D'ailleurs, on sait bien que, quoiqu'on ait exactement la longueur du degré au cercle polaire et à l'équateur, on a aussi exactement la longueur du degré en France, et que l'on n'a pas vérifié la mesure de M. Picard. Ajoutez à cela que la diminution et l'augmentation du pendule ne peuvent pas s'accorder avec le résultat des mesures, et qu'au contraire elles s'accordent à très-peu près avec la théorie de Newton. En voilà plus qu'il n'en faut pour qu'on puisse croire que la terre n'est réellement aplatie que d'une 230e partie, et que, s'il y a quelque différence, elle ne peut venir que des inégalités que les eaux et les autres causes extérieures ont produites à la surface; et ces inégalités étant, selon toutes les apparences, plus irrégulières que régulières, on ne doit pas faire d'hypothèses sur cela, ni supposer, comme on l'a fait, que les méridiens sont des ellipses ou d'autres courbes régulières : d'où l'on voit que quand on mesureroit successivement plusieurs degrés de la terre dans tous les sens, on ne seroit pas encore assuré par là de la quantité d'aplatissement qu'elle peut avoir de moins ou de plus que la 230e partie.

Ne doit-on pas conjecturer aussi que si

l'inclinaison de l'axe de la terre a changé, ce ne peut être qu'en vertu des changemens arrivés à la surface, puisque tout le reste du globe est homogène; que par conséquent cette variation est trop peu sensible pour être aperçue par les astronomes, et qu'à moins que la terre ne soit rencontrée par quelque comète, ou dérangée par quelque autre cause extérieure, son axe demeurera perpétuellement incliné comme il l'est aujourd'hui, et comme il l'a toujours été?

Et afin de n'omettre aucune des conjectures qui me paroissent raisonnables, ne peut-on pas dire que comme les montagnes et les inégalités qui sont à la surface de la terre ont été formées par l'action du flux et reflux, les montagnes et les inégalités que nous remarquons à la surface de la lune ont été produites par une cause semblable? qu'elles sont beaucoup plus élevées que celles de la terre, parce que le flux et reflux y est beaucoup plus fort, puisqu'ici c'est la lune, et là c'est la terre, qui le cause, dont la masse étant beaucoup plus considérable que celle de la lune, devroit produire des effets beaucoup plus grands, si la lune avoit, comme la terre, un mouvement de rotation rapide par lequel elle nous présenteroit successivement toutes les parties de sa surface? mais comme la lune présente toujours la même face à la terre, le flux et le reflux ne peuvent s'exercer dans cette planète qu'en vertu de son mouvement de libration, par lequel elle nous découvre alternativement un segment de la surface; ce qui doit produire une espèce de flux et de reflux fort différent de celui de nos mers, et dont les effets doivent être beaucoup moins considérables qu'ils ne le seroient, si ce mouvement avoit pour cause une révolution de cette planète autour de son axe, aussi prompte que l'est la rotation du globe terrestre.

J'aurois pu faire un livre gros comme celui de Burnet ou de Whiston, si j'eusse voulu délayer les idées qui composent le système qu'on vient de voir; et, en leur donnant l'air géométrique, comme l'a fait ce dernier auteur, je leur eusse en même temps donné du poids; mais je pense que des hypothèses, quelque vraisemblables qu'elles soient, ne doivent point être traitées avec cet appareil qui tient un peu de la charlatanerie.

A Buffon, le 20 septembre 1745.

ARTICLE II.

Du système de M. WHISTON [1].

Cet auteur commence son traité de la *Théorie de la terre* par une dissertation sur la création du monde. Il prétend qu'on a toujours mal entendu le texte de *la Genèse*, qu'on s'est trop attaché à la lettre et au sens qui se présente à la première vue, sans faire attention à ce que la nature, la raison, la philosophie, et même la décence, exigeoient de l'écrivain pour traiter dignement cette matière. Il dit que les notions que l'on a communément de l'ouvrage des six jours sont absolument fausses, et que la description de Moïse n'est pas une narration exacte et philosophique de la création de l'univers entier et de l'origine de toutes choses, mais une représentation historique de la formation du seul globe terrestre. La terre, selon lui, existoit auparavant dans le chaos, et elle a reçu dans le temps mentionné par Moïse la forme, la situation, et la consistance nécessaires pour pouvoir être habitée par le genre humain. Nous n'entrerons point dans le détail de ses preuves à cet égard, et nous n'entreprendrons pas d'en faire la réfutation : l'exposition que nous venons de faire suffit pour démontrer la contrariété de son opinion avec la foi, et par conséquent l'insuffisance de ses preuves. Au reste, il traite cette matière en théologien controversiste plutôt qu'en philosophe éclairé.

Partant de ces faux principes, il passe à des suppositions ingénieuses, et qui, quoique extraordinaires, ne laissent pas d'avoir un degré de vraisemblance lorsqu'on veut se livrer avec lui à l'enthousiasme du système. Il dit que l'ancien chaos, l'origine de notre terre, a été l'atmosphère d'une comète; que le mouvement annuel de la terre a commencé dans le temps qu'elle a pris une nouvelle forme; mais que son mouvement diurne n'a commencé qu'au temps de la chute du premier homme; que le cercle de l'écliptique coupoit alors le tropique du cancer au point du paradis terrestre à la frontière d'Assyrie, du côté du nord-ouest; qu'avant le déluge l'année commençoit à l'équinoxe d'automne; que les orbites originaires des planètes, et surtout l'orbite de la terre, étoient, avant le déluge, des cercles parfaits; que le déluge a commencé le 18e jour de novembre de l'année 2365 de la période julienne, c'est-à-dire 2349 ans avant l'ère chrétienne;

1. A new Theory of the earth, by Will. Whiston. *London*, 1708.

que l'année solaire et l'année lunaire étoient les mêmes avant le déluge, et qu'elles contenoient juste 360 jours; qu'une comète descendant dans le plan de l'écliptique vers son périhélie, a passé tout auprès du globe de la terre le jour même que le déluge a commencé; qu'il y a une grande chaleur dans l'intérieur du globe terrestre, qui se répand constamment du centre à la circonférence; que la constitution intérieure et totale de la terre est comme celle d'un œuf, ancien emblème du globe; que les montagnes sont les parties les plus légères de la terre, etc. Ensuite il attribue au déluge universel toutes les altérations et tous les changemens arrivés à la surface et à l'intérieur du globe; il adopte aveuglément les hypothèses de Woodward, et se sert indistinctement de toutes les observations de cet auteur au sujet de l'état présent du globe: mais il y ajoute beaucoup lorsqu'il vient à traiter de l'état futur de la terre: selon lui, elle périra par le feu, et sa destruction sera précédée de tremblemens épouvantables, de tonnerres, et de météores effroyables; le soleil et la lune auront l'aspect hideux, les cieux paroîtront s'écrouler, l'incendie sera général sur la terre: mais lorsque le feu aura dévoré tout ce qu'elle contient d'impur, lorsqu'elle sera vitrifiée et transparente comme le cristal, les saints et les bienheureux viendront en prendre possession pour l'habiter jusqu'au temps du jugement dernier.

Toutes ces hypothèses semblent, au premier coup d'œil, être autant d'assertions téméraires, pour ne pas dire extravagantes. Cependant l'auteur les a maniées avec tant d'adresse, et les a réunies avec tant de force, qu'elles cessent de paroître absolument chimériques. Il met dans son sujet autant d'esprit et de science qu'il peut en comporter, et on sera toujours étonné que d'un mélange d'idées aussi bizarres et aussi peu faites pour aller ensemble, on ait pu tirer un système éblouissant: ce n'est pas même aux esprits vulgaires, c'est aux yeux des savans qu'il paroîtra tel, parce que les savans sont déconcertés plus aisément que le vulgaire par l'étalage de l'érudition et par la force et la nouveauté des idées. Notre auteur étoit un astronome célèbre, accoutumé à voir le ciel en raccourci, à mesurer les mouvemens des astres, à compasser les espaces des cieux: il n'a jamais pu se persuader que ce petit grain de sable, cette terre que nous habitons, ait attiré l'attention du Créateur au point de l'occuper plus long-temps que le ciel et l'univers entier, dont la vaste étendue contient des millions de millions de soleils et de terres. Il prétend donc que Moïse ne nous a pas donné l'histoire de la première création, mais seulement le détail de la nouvelle forme que la terre a prise lorsque la main du Tout-Puissant l'a tirée du nombre des comètes pour la faire planète, ou, ce qui revient au même, lorsque d'un monde en désordre et d'un chaos informe il en a fait une habitation tranquille et un séjour agréable. Les comètes sont en effet sujettes à des vicissitudes terribles à cause de l'excentricité de leurs orbites: tantôt, comme dans celle de 1680, il y fait mille fois plus chaud qu'au milieu d'un brasier ardent; tantôt il y fait mille fois plus froid que dans la glace, et elles ne peuvent guère être habitées que par d'étranges créatures, ou, pour trancher court, elles sont inhabitées.

Les planètes, au contraire, sont des lieux de repos où la distance au soleil ne variant pas beaucoup, la température reste à peu près la même, et permet aux espèces de plantes et d'animaux de croître, de durer et de multiplier.

Au commencement, Dieu créa donc l'univers; mais, selon notre auteur, la terre, confondue avec les autres astres errans, n'étoit alors qu'une comète inhabitable, souffrant alternativement l'excès du froid et du chaud, dans laquelle les matières se liquéfiant, se vitrifiant, se glaçant tour à tour, formoient un chaos, un abîme enveloppé d'épaisses ténèbres: *et tenebræ erant super faciem abyssi.* Ce chaos étoit l'atmosphère de la comète qu'il faut se représenter comme un corps composé de matières hétérogènes, dont le centre étoit occupé par un noyau sphérique, solide et chaud, d'environ deux mille lieues de diamètre, autour duquel s'étendoit une très-grande circonférence d'un fluide épais, mêlé d'une matière informe, confuse, telle qu'étoit l'ancien chaos: *rudis indigestaque moles.* Cette vaste atmosphère ne contenoit que fort peu de parties sèches, solides ou terrestres, encore moins de particules aqueuses ou aériennes, mais une grande quantité de matières fluides, denses et pesantes, mêlées, agitées et confondues ensemble. Telle étoit la terre la veille des six jours; mais dès le lendemain, c'est-à-dire dès le premier jour de la création, lorsque l'orbite excentrique de la comète eût été changée en ellipse presque circulaire, chaque chose prit sa place, et les corps s'arrangèrent suivant la loi de leur

gravité spécifique : les fluides pesans descendirent au plus bas, et abandonnèrent aux parties terrestres, aqueuses et aériennes la région supérieure ; celles-ci descendirent aussi dans leur ordre de pesanteur, d'abord la terre, ensuite l'eau, et enfin l'air ; et cette sphère d'un chaos immense se réduisit à un globe d'un volume médiocre, au centre duquel est le noyau solide qui conserve encore aujourd'hui la chaleur que le soleil lui a autrefois communiquée lorsqu'il étoit noyau de comète. Cette chaleur peut bien durer depuis six mille ans, puisqu'il en faudroit cinquante mille à la comète de 1680 pour se refroidir, et qu'elle a éprouvé en passant à son périhélie une chaleur deux mille fois plus grande que celle d'un fer rouge. Autour de ce noyau solide et brûlant qui occupe le centre de la terre, se trouve le fluide dense et pesant qui descendit le premier, et c'est ce fluide qui forme le grand abîme sur lequel la terre porteroit comme le liége sur le vif-argent ; mais comme les parties terrestres étoient mêlées de beaucoup d'eau, elles ont, en descendant, entraîné une partie de cette eau, qui n'a pu remonter lorsque la terre a été consolidée, et cette eau forme une couche concentrique au fluide pesant qui enveloppe le noyau : de sorte que le grand abîme est composé de deux orbes concentriques, dont le plus intérieur est un fluide pesant, et le supérieur est de l'eau ; c'est proprement cette couche d'eau qui sert de fondement à la terre, et c'est de cet arrangement admirable de l'atmosphère de la comète que dépendent la théorie de la terre et l'explication des phénomènes.

Car on sent bien que quand l'atmosphère de la comète fut une fois débarrassée de toutes ces matières solides et terrestres, il ne resta plus que la matière légère de l'air, à travers laquelle les rayons du soleil passèrent librement ; ce qui tout d'un coup produisit la lumière : *fiat lux*. On voit bien que les colonnes qui composent l'orbe de la terre s'étant formées avec tant de précipitation, elles se sont trouvées de différentes densités, et que par conséquent les plus pesantes ont enfoncé davantage dans ce fluide souterrain, tandis que les plus légères ne se sont enfoncées qu'à une moindre profondeur ; et c'est ce qui a produit sur la surface de la terre des vallées et des montagnes. Ces inégalités étoient, avant le déluge, dispersées et situées autrement qu'elles ne le sont aujourd'hui : au lieu de la vaste vallée qui contient l'océan, il y avoit sur toute la surface du globe plusieurs petites cavités séparées qui contenoient chacune une partie de cette eau, et faisoient autant de petites mers particulières ; les montagnes étoient aussi plus divisées et ne formoient pas des chaînes comme elles en forment aujourd'hui. Cependant la terre étoit mille fois plus peuplée, et par conséquent mille fois plus fertile qu'elle ne l'est ; la vie des hommes et des animaux étoit dix fois plus longue, et tout cela parce que la chaleur intérieure de la terre, qui provient du noyau central, étoit alors dans toute sa force, et que ce plus grand degré de chaleur faisoit éclore et germer un plus grand nombre d'animaux et de plantes, et leur donnoit le degré de vigueur nécessaire pour durer plus long-temps et se multiplier plus abondamment : mais cette même chaleur, en augmentant les forces du corps, porta malheureusement à la tête des hommes et des animaux ; elle augmenta les passions, elle ôta la sagesse aux animaux et l'innocence à l'homme : tout, à l'exception des poissons qui habitent un élément froid, se ressentit des effets de cette chaleur du noyau ; enfin, tout devint criminel et mérita la mort. Elle arriva, cette mort universelle, un mercredi 28 novembre, par un déluge affreux de quarante jours et de quarante nuits ; et ce déluge fut causé par la queue d'une autre comète qui rencontra la terre en revenant de son périhélie.

La queue d'une comète est la partie la plus légère de son atmosphère ; c'est un brouillard transparent, une vapeur subtile, que l'ardeur du soleil fait sortir du corps et de l'atmosphère de la comète ; cette vapeur, composée de particules aqueuses et aériennes extrêmement raréfiées, suit la comète lorsqu'elle descend à son périhélie, et la précède lorsqu'elle remonte, en sorte qu'elle est toujours située du côté opposé au soleil, comme si elle cherchoit à se mettre à l'ombre et à éviter la trop grande ardeur de cet astre. La colonne que forme cette vapeur est souvent d'une longueur immense ; et plus une comète approche du soleil, plus la queue est longue et étendue, de sorte qu'elle occupe souvent des espaces très-grands, et comme plusieurs comètes descendent au-dessous de l'orbe annuel de la terre, il n'est pas surprenant que la terre se trouve quelquefois enveloppée de la vapeur de cette queue ; c'est précisément ce qui est arrivé dans le temps du déluge : il n'a fallu que deux heures de séjour dans cette queue de comète pour faire tomber autant d'eau qu'il y en a dans la mer ; enfin cette queue étoit

les cataractes du ciel : *et cataractæ cœli apertæ sunt.* En effet, le globe terrestre ayant une fois rencontré la queue de la comète, il doit, en y faisant sa route, s'approprier une partie de la matière qu'elle contient : tout ce qui se trouvera dans la sphère de l'attraction du globe doit tomber sur la terre, et tomber en forme de pluie, puisque cette queue est en partie composée de vapeurs aqueuses. Voilà donc une pluie du ciel qu'on peut faire aussi abondante qu'on voudra, et un déluge universel dont les eaux surpasseront aisément les plus hautes montagnes. Cependant notre auteur, qui, dans cet endroit, ne peut pas s'éloigner de la lettre du livre sacré, ne donne pas pour cause unique du déluge cette pluie tirée de si loin; il prend de l'eau partout où il y en a : le grand abîme, comme nous avons vu, en contient une bonne quantité. La terre, à l'approche de la comète, aura sans doute éprouvé la force de son attraction : les liquides contenus dans le grand abîme auront été agités par un mouvement de flux et de reflux si violent, que la croûte superficielle n'aura pu résister; elle se sera fendue en divers endroits, et les eaux de l'intérieur se seront répandues sur la surface : *et rupti sunt fontes abyssi.*

Mais que faire de ces eaux que la queue de la comète et le grand abîme ont fournies si libéralement ? Notre auteur n'en est point embarrassé. Dès que la terre, en continuant sa route, se fut éloignée de la comète, l'effet de son attraction, le mouvement de flux et de reflux, cessa dans le grand abîme, et dès lors les eaux supérieures s'y précipitèrent avec violence par les mêmes voies qu'elles en étoient sorties : le grand abîme absorba toutes les eaux superflues, et se trouva d'une capacité assez grande pour recevoir non seulement les eaux qu'il avoit déjà contenues, mais encore toutes celles que la queue de la comète avoit laissées, parce que, dans le temps de son agitation et de la rupture de la croûte, il avoit agrandi l'espace en poussant de tous côtés la terre qui l'environnoit. Ce fut aussi dans ce temps que la figure de la terre, qui jusque-là avoit été sphérique, devint elliptique, tant par l'effet de la force centrifuge causée par son mouvement diurne que par l'action de la comète, et cela parce que la terre, en parcourant la queue de la comète, se trouva posée de façon qu'elle présentoit les parties de l'équateur à cet astre, et que la force de l'attraction de la comète, concourant avec la force centrifuge de la terre, fit élever les parties de l'équateur avec d'autant plus de facilité que la croûte étoit rompue et divisée en une infinité d'endroits, et que l'action du flux et du reflux de l'abîme poussoit plus violemment que partout ailleurs les parties sous l'équateur.

Voilà donc l'histoire de la création, les causes du déluge universel, celles de la longueur de la vie des premiers hommes, et celles de la figure de la terre. Tout cela semble n'avoir rien coûté à notre auteur; mais l'arche de Noé paroît l'inquiéter beaucoup. Comment imaginer en effet qu'au milieu d'un désordre aussi affreux, au milieu de la confusion de la queue d'une comète avec le grand abîme, au milieu des ruines de l'orbe terrestre, et dans ces terribles momens où non seulement les élémens de la terre étoient confondus, mais où il arrivoit encore du ciel et du tartare de nouveaux élémens pour augmenter le chaos; comment imaginer que l'arche voguât tranquillement avec sa nombreuse cargaison sur la cime des flots ? Ici, notre auteur rame et fait de grands efforts pour arriver et pour donner une raison physique de la conservation de l'arche : mais comme il m'a paru qu'elle étoit insuffisante, mal imaginée, et peu orthodoxe, je ne la rapporterai point; il me suffira de faire sentir combien il est dur pour un homme qui a expliqué de si grandes choses sans avoir recours à une puissance surnaturelle ou au miracle, d'être arrêté par une circonstance particulière : aussi notre auteur aime mieux risquer de se noyer avec l'arche que d'attribuer, comme il le devoit, à la bonté immédiate du Tout-Puissant, la conservation de ce précieux vaisseau.

Je ne ferai qu'une remarque sur ce système, dont je viens de faire une exposition fidèle, c'est que toutes les fois qu'on sera assez téméraire pour vouloir expliquer par des raisons physiques les vérités théologiques, qu'on se permettra d'interpréter, dans des vues purement humaines, le texte divin des livres sacrés, et que l'on voudra raisonner sur les volontés du Très-Haut et sur l'exécution de ses décrets, on tombera nécessairement dans les ténèbres et dans le chaos où est tombé l'auteur de ce système, qui cependant a été reçu avec grand applaudissement. Il ne doutoit ni de la vérité du déluge, ni de l'authenticité des livres sacrés : mais comme il s'en étoit beaucoup moins occupé que de physique et d'astronomie, il a pris les passages de l'Écriture-Sainte pour des faits de physique et pour des résultats d'observations astronomiques ; et il a si

étrangement mêlé la science divine avec nos sciences humaines, qu'il en est résulté la chose du monde la plus extraordinaire, qui est le système que nous venons d'exposer.

ARTICLE III.

Du système de M. BURNET[1].

Cet auteur est le premier qui ait traité cette matière généralement et d'une manière systématique. Il avoit beaucoup d'esprit et étoit homme de belles-lettres. Son ouvrage a eu une grande réputation, et il a été critiqué par quelques savans, entre autres par M. Keill, qui, épluchant cette matière en géomètre, a démontré les erreurs de Burnet dans un traité qui a pour titre : *Examination of the Theory of the eart; London*, 1734, 2ᵉ édit. Ce même M. Keill a aussi réfuté le système de Whiston : mais il traite ce dernier auteur bien différemment du premier; il semble même qu'il est de son avis dans plusieurs cas, et il regarde comme une chose fort probable le déluge causé par la queue d'une comète. Mais pour revenir à Burnet, son livre est élégamment écrit; il sait peindre et présenter avec force de grandes images, et mettre sous les yeux des scènes magnifiques. Son plan est vaste; mais l'exécution manque faute de moyens : son raisonnement est petit, ses preuves sont foibles, et sa confiance est si grande, qu'il la fait perdre à son lecteur.

Il commence par nous dire qu'avant le déluge la terre avoit une forme très-différente de celle que nous lui voyons aujourd'hui. C'étoit d'abord une masse fluide, un chaos composé de matières de toute espèce et de toute sorte de figures : les plus pesantes descendirent vers le centre, et formèrent au milieu du globe un corps dur et solide, autour duquel les eaux, plus légères, se rassemblèrent et enveloppèrent de tous côtés le globe intérieur; l'air, et toutes les liqueurs plus légères que l'eau, la surmontèrent et l'enveloppèrent aussi dans toute la circonférence : ainsi entre l'orbe de l'air et celui de l'eau il se forma un orbe d'huile et de liqueur grasse plus légères que l'eau. Mais comme l'air étoit encore fort impur, et qu'il contenoit une très-grande quantité de petites particules de matière terrestre, peu à peu ces particules descendirent, tombèrent sur la couche d'huile, et formèrent un orbe terrestre mêlé de limon et d'huile; et ce fut là la première terre habitable et le premier séjour de l'homme. C'étoit un excellent terrain, une terre légère, grasse, et faite exprès pour se prêter à la foiblesse des premiers germes. La surface du globe terrestre étoit donc, dans ces premiers temps, égale, uniforme, continue, sans montagnes, sans mers, et sans inégalités. Mais la terre ne demeura qu'environ seize siècles dans cet état; car la chaleur du soleil, desséchant peu à peu cette croûte limoneuse, la fit fendre d'abord à la surface : bientôt ces fentes pénétrèrent plus avant, et s'augmentèrent si considérablement avec le temps, qu'enfin elles s'ouvrirent en entier; dans un instant toute la terre s'écroula et tomba par morceaux dans l'abîme d'eau qu'elle contenoit : voilà comme se fit le déluge universel.

Mais toutes ces masses de terre, en tombant dans l'abîme, entraînèrent une grande quantité d'air; et elles se heurtèrent, se choquèrent, se divisèrent, s'accumulèrent si irrégulièrement, qu'elles laissèrent entre elles de grandes cavités remplies d'air. Les eaux s'ouvrirent peu à peu les chemins de ces cavités; et à mesure qu'elles les remplissoient, la surface de la terre se découvroit dans les parties les plus élevées. Enfin il ne resta de l'eau que dans les parties les plus basses, c'est-à-dire dans les vastes vallées qui contiennent la mer : ainsi notre océan est une partie de l'ancien abîme; le reste est entré dans les cavités intérieures avec lesquelles communique l'océan. Les îles et les écueils sont les petits fragmens, les continens sont les grandes masses de l'ancienne croûte; et comme la rupture et la chute de cette croûte se sont faites avec confusion, il n'est pas étonnant de trouver sur la terre des éminences, des profondeurs, des plaines, et des inégalités de toute espèce.

Cet échantillon du système de Burnet suffit pour en donner une idée : c'est un roman bien écrit, et un livre qu'on peut lire pour s'amuser, mais qu'on ne doit pas consulter pour s'instruire. L'auteur ignoroit les principaux phénomènes de la terre, et n'étoit nullement informé des observations : il a tout tiré de son imagination, qui, comme l'on sait, sert volontiers aux dépens de la vérité.

1. Thomas Burnet : *Telluris Theoria sacra, orbis nostri originem et mutationes generales, quas aut jam subiit, aut olim subiturus est, complectens.* Londini 1681.

ARTICLE IV.

Du système de M. Woodward [1].

On peut dire de cet auteur qu'il a voulu élever un monument immense sur une base moins solide que le sable mouvant, et bâtir l'édifice du monde avec de la poussière ; car il prétend que dans le temps du déluge il s'est fait une dissolution totale de la terre. La première idée qui se présente après avoir lu son livre, c'est que cette dissolution s'est faite par les eaux du grand abîme, qui se sont répandues sur la surface de la terre, et qui ont délayé et réduit en pâte les pierres, les rochers, les marbres, les métaux, etc. Il prétend que l'abîme où cette eau étoit renfermée s'ouvrit tout d'un coup à la voix de Dieu, et répandit sur la surface de la terre la quantité énorme d'eau qui étoit nécessaire pour la couvrir et surmonter de beaucoup les plus hautes montagnes, et que Dieu suspendit la cause de la cohésion des corps, ce qui réduisit tout en poussière, etc. Il ne fait pas attention que par ces suppositions il ajoute au miracle du déluge universel d'autres miracles, ou tout au moins des impossibilités physiques qui ne s'accordent ni avec la lettre de la sainte Écriture, ni avec les principes mathématiques de la philosophie naturelle. Mais comme cet auteur a le mérite d'avoir rassemblé plusieurs observations importantes, et qu'il connoissoit mieux que ceux qui ont écrit avant lui les matières dont le globe est composé, son système, quoique mal conçu et mal digéré, n'a pas laissé d'éblouir les gens séduits par la vérité de quelques faits particuliers et peu difficiles sur la vraisemblance des conséquences générales. Nous avons donc cru devoir présenter un extrait de cet ouvrage, dans lequel, en rendant justice au mérite de l'auteur et à l'exactitude de ses observations, nous mettrons le lecteur en état de juger de l'insuffisance de son système et de la fausseté de quelques-unes de ses remarques. M. Woodward dit avoir reconnu par ses yeux que toutes les matières qui composent la terre en Angleterre, depuis sa surface jusqu'aux endroits les plus profonds où il est descendu, étoient disposées par couches, et que dans un grand nombre de ces couches il y a des coquilles et d'autres productions marines ; ensuite il ajoute que par ses correspondans et par ses amis il s'est assuré que dans tous les autres pays la terre est composée de même, et qu'on y trouve des coquilles non seulement dans les plaines et en quelques endroits, mais encore sur les plus hautes montagnes, dans les carrières les plus profondes, et en une infinité d'endroits : il a vu que ces couches étoient horizontales et posées les unes sur les autres, comme le seroient des matières transportées par les eaux et déposées en forme de sédiment. Ces remarques générales, qui sont très-vraies, sont suivies d'observations particulières, par lesquelles il fait voir évidemment que les fossiles qu'on trouve incorporés dans les couches sont de vraies coquilles et de vraies productions marines, et non pas des minéraux, des corps singuliers, des jeux de la nature, etc. A ces observations, quoique en partie faites avant lui, qu'il a rassemblées et prouvées, il en ajoute d'autres qui sont moins exactes ; il assure que toutes les matières des différentes couches sont posées les unes sur les autres dans l'ordre de leur pesanteur spécifique, en sorte que les plus pesantes sont au dessous, et les plus légères au dessus. Ce fait général n'est point vrai : on doit arrêter ici l'auteur, et lui montrer les rochers que nous voyons tous les jours au dessus des glaises, des sables, des charbons de terre, des bitumes, et qui certainement sont plus pesans spécifiquement que toutes ces matières ; car en effet, si par toute la terre on trouvoit d'abord les couches de bitume, ensuite celles de craie, puis celles de marne, ensuite celles de glaise, celles de sable, celles de pierre, celles de marbre, et enfin les métaux, en sorte que la composition de la terre suivît exactement et partout la loi de la pesanteur, et que les matières fussent toutes placées dans l'ordre de leur gravité spécifique, il y auroit apparence qu'elles se seroient toutes précipitées en même temps ; et voilà ce que notre auteur assure avec confiance, malgré l'évidence du contraire : car, sans être observateur, il ne faut qu'avoir des yeux pour être assuré que l'on trouve des matières pesantes très-souvent posées sur des matières légères, et que par conséquent ces sédimens ne se sont pas précipités tous en même temps, mais qu'au contraire ils ont été amenés et déposés successivement par les eaux. Comme c'est là le fondement de son système, et qu'il porte manifestement à faux, nous ne le suivrons plus loin que pour faire voir combien un principe erroné peut produire de fausses combinaisons et de mauvaises conséquences. Toutes les ma-

1. Jean Woodward : *An Essay towards the natural History of the earth*, etc.

tières, dit notre auteur, qui composent la terre, depuis les sommets des plus hautes montagnes jusqu'aux plus grandes profondeurs des mines et des carrières, sont disposées par couches, suivant leur pesanteur spécifique : donc, conclut-il, toute la matière qui compose le globe a été dissoute et s'est précipitée en même temps. Mais dans quelle matière et en quel temps a-t-elle été dissoute ? Dans l'eau et dans le temps du déluge. Mais il n'y a pas assez d'eau sur le globe pour que cela se puisse, puisqu'il y a plus de terre que d'eau, et que le fond de la mer est de terre. Eh bien ! nous dit-il, il y a de l'eau plus qu'il n'en faut au centre de la terre : il ne s'agit que de la faire monter; de lui donner tout ensemble la vertu d'un dissolvant universel et la qualité d'un remède préservatif pour les coquilles, qui seules n'ont pas été dissoutes, tandis que les marbres et les rochers l'ont été; de trouver ensuite le moyen de faire rentrer cette eau dans l'abîme, et de faire cadrer tout cela avec l'histoire du déluge. Voilà le système de la vérité duquel l'auteur ne trouve pas le moyen de pouvoir douter; car quand on lui oppose que l'eau ne peut point dissoudre les marbres, les pierres, les métaux, surtout en quarante jours qu'a duré le déluge, il répond simplement que cependant cela est arrivé. Quand on lui demande quelle étoit donc la vertu de cette eau de l'abîme pour dissoudre toute la terre et conserver en même temps les coquilles, il dit qu'il n'a jamais prétendu que cette eau fût un dissolvant; mais qu'il est clair, par les faits, que la terre a été dissoute, et que les coquilles ont été préservées. Enfin, lorsqu'on le presse et qu'on lui fait voir évidemment que s'il n'a aucune raison à donner de ces phénomènes, son système n'explique rien, il dit qu'il n'y a qu'à imaginer que dans le temps du déluge la force de la gravité et de la cohérence de la matière a cessé tout à coup, et qu'au moyen de cette supposition, dont l'effet est fort aisé à concevoir, on explique d'une manière satisfaisante la dissolution de l'ancien monde. Mais, lui dit-on, si la force qui tient unies les parties de la matière a cessé, pourquoi les coquilles n'ont-elles pas été dissoutes comme tout le reste ? Ici il fait un discours sur l'organisation des coquilles et des os des animaux, par lequel il prétend prouver que leur texture étant fibreuse et différente de celle des minéraux, leur force de cohésion est aussi d'un autre genre. Après tout, il n'y a, dit-il, qu'à supposer que la force de la gravité et de la cohérence n'a pas cessé entièrement, mais seulement qu'elle a été diminuée assez pour désunir toutes les parties des minéraux, mais pas assez pour désunir celles des animaux. A tout ceci on ne peut pas s'empêcher de reconnoître que notre auteur n'étoit pas aussi bon physicien qu'il étoit bon observateur; et je ne crois pas qu'il soit nécessaire que nous réfutions sérieusement des opinions sans fondement, surtout lorsqu'elles ont été imaginées contre les règles de la vraisemblance, et qu'on n'en a tiré que des conséquences contraires aux lois de la mécanique.

ARTICLE V.

Exposition de quelques autres systèmes.

On voit bien que les trois hypothèses dont nous venons de parler ont beaucoup de choses communes; elles s'accordent toutes en ce point, que dans le temps du déluge la terre a changé de forme, tant à l'extérieur qu'à l'intérieur : ainsi tous ces spéculatifs n'ont pas fait attention que la terre, avant le déluge, étant habitée par les mêmes espèces d'hommes et d'animaux, devoit être nécessairement telle, à très-peu près, qu'elle est aujourd'hui, et qu'en effet les livres saints nous apprennent qu'avant le déluge il y avoit sur la terre des fleuves, des mers, des montagnes, des forêts et des plantes; que ces fleuves et ces montagnes étoient pour la plupart les mêmes, puisque le Tigre et l'Euphrate étoient les fleuves du paradis terrestre; que la montagne d'Arménie sur laquelle l'arche s'arrêta, étoit une des plus hautes montagnes du monde au temps du déluge, comme elle l'est encore aujourd'hui; que les mêmes plantes et les mêmes animaux qui existent existoient alors, puisqu'il y est parlé du serpent, du corbeau, et que la colombe rapporta une branche d'olivier : car quoique M. de Tournefort prétende qu'il n'y a point d'oliviers à plus de 400 lieues du mont Ararath, et qu'il fasse sur cela d'assez mauvaises plaisanteries [1], il est cependant certain qu'il y en avoit en ce lieu dans le temps du déluge, puisque le livre sacré nous en assure; et il n'est pas étonnant que dans un espace de 4000 ans les oliviers aient été détruits dans ces cantons et se soient multipliés dans d'autres. C'est donc à tort et contre la lettre de la sainte Écriture que ces auteurs ont sup-

1. *Voyage du Levant*, vol. II, page 336.

posé que la terre étoit, avant le déluge, totalement différente de ce qu'elle est aujourd'hui; et cette contradiction de leurs hypothèses avec le texte sacré, aussi bien que leur opposition avec les vérités physiques, doit faire rejeter leurs systèmes, quand même ils seroient d'accord avec quelques phénomènes : mais il s'en faut bien que cela soit ainsi. Burnet, qui a écrit le premier, n'avoit, pour fonder son système, ni observations, ni faits. Woodward n'a donné qu'un essai, où il promet beaucoup plus qu'il ne peut tenir; son livre est un projet dont on n'a pas vu l'exécution : on voit seulement qu'il emploie deux observations générales ; la première, que la terre est partout composée de matières qui autrefois ont été dans un état de mollesse et de fluidité, qui ont été transportées par les eaux, et qui se sont déposées par couches horizontales; la seconde, qu'il y a des productions marines dans l'intérieur de la terre en une infinité d'endroits. Pour rendre raison de ces faits, il a recours au déluge universel, ou plutôt il paroît ne les donner que comme preuves du déluge : mais il tombe, aussi bien que Burnet, dans des contradictions évidentes; car il n'est pas permis de supposer avec eux qu'avant le déluge il n'y avoit point de montagnes, puisqu'il est dit précisément et très-clairement que les eaux surpassèrent de quinze coudées les plus hautes montagnes. D'autre côté, il n'est pas dit que ces eaux aient détruit et dissous ces montagnes : au contraire, ces montagnes sont restées en place, et l'arche s'est arrêtée sur celle que les eaux ont laissée la première à découvert. D'ailleurs, comment peut-on s'imaginer que pendant le peu de temps qu'a duré le déluge, les eaux aient pu dissoudre les montagnes et toute la terre? N'est-ce pas une absurdité de dire qu'en quarante jours l'eau a dissous tous les marbres, tous les rochers, toutes les pierres, tous les minéraux? N'est-ce pas une contradiction manifeste que d'admettre cette dissolution totale, et en même temps de dire que les coquilles et les productions marines ont été préservées, et que tout ayant été détruit et dissous, elles seules ont été conservées, de sorte qu'on les retrouve aujourd'hui entières, et les mêmes qu'elles étoient avant le déluge? Je ne craindrai donc pas de dire qu'avec d'excellentes observations, Woodward n'a fait qu'un fort mauvais système. Whiston, qui est venu le dernier, a beaucoup enchéri sur les deux autres; mais en donnant une vaste carrière à son imagination, au moins n'est-il pas tombé en contradiction : il dit des choses fort peu croyables; mais du moins elles ne sont ni absolument ni évidemment impossibles. Comme on ignore ce qu'il y a au centre et dans l'intérieur de la terre, il a cru pouvoir supposer que cet intérieur étoit occupé par un noyau solide, environné d'un fluide pesant et ensuite d'eau sur laquelle la croûte extérieure du globe étoit soutenue, et dans laquelle les différentes parties de cette croûte se sont enfoncées plus ou moins, à proportion de leur pesanteur ou de leur légèreté relative; ce qui a produit les montagnes et les inégalités de la surface de la terre. Il faut avouer que cet astronome a fait ici une faute de mécanique : il n'a pas songé que la terre, dans cette hypothèse, doit faire voûte de tous côtés; que par conséquent elle ne peut être portée sur l'eau qu'elle contient, et encore moins y enfoncer. A cela près je ne sache pas qu'il y ait d'autres erreurs de physique dans ce système. Il y en a un grand nombre quant à la métaphysique et à la théologie; mais enfin on ne peut pas nier absolument que la terre, rencontrant la queue d'une comète, lorsque celle-ci s'approche de son périhélie, ne puisse être inondée, surtout lorsqu'on aura accordé à l'auteur que la queue d'une comète peut contenir des vapeurs aqueuses. On ne peut nier non plus, comme une impossibilité absolue, que la queue d'une comète, en revenant du périhélie, ne puisse brûler le terre, si on suppose avec l'auteur que la comète ait passé fort près du soleil, et qu'elle ait été prodigieusement échauffée pendant son passage. Il en est de même du reste de ce système ; mais quoiqu'il n'y ait pas d'impossibilité absolue, il y a si peu de probabilité à chaque chose prise séparément, qu'il en résulte une impossibilité pour le tout pris ensemble.

Les trois systèmes dont nous venons de parler ne sont pas les seuls ouvrages qui aient été faits sur la théorie de la terre. Il a paru, en 1729, un mémoire de M. Bourguet, imprimé à Amsterdam avec ses *Lettres philosophiques sur la formation des sels*, etc., dans lequel il donne un échantillon du système qu'il méditoit, mais qu'il n'a pas proposé, ayant été prévenu par la mort. Il faut rendre justice à cet auteur; personne n'a mieux rassemblé les phénomènes et les faits : on lui doit même cette belle et grande observation, qui est une des clefs de la théorie de la terre; je veux parler de la correspondance des angles des montagnes. Il présente tout ce qui a rapport à ces matières dans un grand ordre : mais, avec tous ces avantages, il paroît qu'il n'auroit

pas mieux réussi que les autres à faire une histoire physique et raisonnée des changemens arrivés au globe, et qu'il étoit bien éloigné d'avoir trouvé les vraies causes des effets qu'il rapporte; pour s'en convaincre, il ne faut que jeter les yeux sur les propositions qu'il déduit des phénomènes, et qui doivent servir de fondement à sa théorie [1]. Il dit que le globe a pris sa forme dans un même temps, et non pas successivement; que la forme et la disposition du globe supposent nécessairement qu'il a été dans un état de fluidité; que l'état présent de la terre est très-différent de celui dans lequel elle a été pendant plusieurs siècles après sa première formation; que la matière du globe étoit dès le commencement moins dense qu'elle ne l'a été depuis qu'il a changé de face; que la condensation des parties solides du globe diminua sensiblement avec la vélocité du globe même, de sorte qu'après avoir fait un certain nombre de révolutions sur son axe et autour du soleil, il se trouva tout à coup dans un état de dissolution qui détruisit sa première structure; que cela arriva vers l'équinoxe du printemps; que dans le temps de cette dissolution les coquilles s'introduisirent dans les matières dissoutes; qu'après cette dissolution la terre a pris la forme que nous lui voyons, et qu'aussitôt le feu s'y est mis, la consume peu à peu, et va toujours en augmentant, de sorte qu'elle sera détruite un jour par une explosion terrible, accompagnée d'un incendie général, qui augmentera l'atmosphère du globe et en diminuera le diamètre, et qu'alors la terre, au lieu de couches de sable ou de terre, n'aura que des couches de métal et de minéral calciné, et des montagnes composées d'amalgames de différens métaux. En voilà assez pour faire voir quel étoit le système que l'auteur méditoit. Deviner de cette façon le passé, vouloir prédire l'avenir, et encore deviner et prédire à peu près comme les autres ont prédit et deviné, ne me paroît pas être un effort: aussi cet auteur avoit beaucoup plus de connoissances et d'érudition que de vues saines et générales, et il m'a paru manquer de cette partie si nécessaire aux physiciens, de cette métaphysique qui rassemble les idées particulières, qui les rend plus générales, et qui élève l'esprit au point où il doit être pour voir l'enchaînement des causes et des effets.

Le fameux Leibnitz donna en 1683, dans les *Actes de Leipzick* [2], un projet de système bien différent, sous le titre de *Protogæa*. La terre, selon Bourguet et tous les autres, doit finir par le feu; selon Leibnitz, elle a commencé par là, et a souffert beaucoup plus de changemens et de révolutions qu'on ne l'imagine. La plus grande partie de la matière terrestre a été embrasée par un feu violent dans le temps que Moïse dit que la lumière fut séparée des ténèbres. Les planètes, aussi bien que la terre, étoient autrefois des étoiles fixes et lumineuses par elles-mêmes. Après avoir brûlé long-temps, il prétend qu'elles se sont éteintes faute de matière combustible, et qu'elles sont devenues des corps opaques. Le feu a produit par la fonte des matières une croûte vitrifiée, et la base de toute la matière qui compose le globe terrestre est du verre, dont les sables ne sont que des fragmens: les autres espèces de terre se sont formées du mélange de ces sables avec des sels fixes et de l'eau; et quand la croûte fut refroidie, les parties humides, qui s'étoient élevées en forme de vapeurs, retombèrent et formèrent les mers. Elles enveloppèrent d'abord toute la surface du globe, et surmontèrent même les endroits les plus élevés, qui forment aujourd'hui les continens et les îles. Selon cet auteur, les coquilles et autres débris de la mer qu'on trouve partout, prouvent que la mer a couvert toute la terre; et la grande quantité de sels fixes, de sables, et de matières fondues et calcinées, qui sont renfermées dans les entrailles de la terre, prouve que l'incendie a été général, et qu'il a précédé l'existence des mers. Quoique ces pensées soient dénuées de preuves, elles sont élevées, et on sent bien qu'elles sont le produit des méditations d'un grand génie. Les idées ont de la liaison, les hypothèses ne sont pas absolument impossibles, et les conséquences qu'on en peut tirer ne sont pas contradictoires: mais le grand défaut de cette théorie c'est qu'elle ne s'applique point à l'état présent de la terre; c'est le passé qu'elle explique; et ce passé est si ancien, et nous a laissé si peu de vestiges, qu'on peut en dire tout ce qu'on voudra, et qu'à proportion qu'un homme aura plus d'esprit, il en pourra dire des choses qui auront l'air plus vraisemblable. Assurer, comme l'assure Whiston, que la terre a été comète, ou prétendre avec Leibnitz qu'elle a été soleil, c'est dire des choses également possibles ou impossibles, et auxquelles il seroit superflu d'appliquer les règles des probabilités. Dire que la mer a autrefois couvert toute la terre, qu'elle a enveloppé

1. Voyez page 211.
2. Page 40.

le globe tout entier, et que c'est par cette raison qu'on trouve des coquilles partout, n'est-ce pas faire attention à une chose très-essentielle, qui est l'unité du temps de la création? car si cela étoit, il faudroit nécessairement dire que les coquillages et les autres animaux habitans des mers, dont on trouve les dépouilles dans l'intérieur de la terre, ont existé les premiers, et long-temps avant l'homme et les animaux terrestres: or, indépendamment du témoignage des livres sacrés, n'a-t-on pas raison de croire que toutes les espèces d'animaux et de végétaux sont à peu près aussi anciennes les unes que les autres?

M. Scheuchzer, dans une dissertation qu'il a adressée à l'Académie des Sciences en 1708, attribue, comme Woodward, le changement, ou plutôt la seconde formation de la surface du globe, au déluge universel; et pour expliquer celle des montagnes, il dit qu'après le déluge Dieu, voulant faire rentrer les eaux dans les réservoirs souterrains, avoit brisé et déplacé de sa main toute-puissante un grand nombre de lits auparavant horizontaux, et les avoit élevés sur la surface du globe. Toute la dissertation a été faite pour appuyer cette opinion. Comme il falloit que ces hauteurs ou éminences fussent d'une consistance fort solide, M. Scheuchzer remarque que Dieu ne les tira que des lieux où il y avoit beaucoup de pierres: de là vient, dit-il, que les pays, comme la Suisse, où il y en a une grande quantité, sont montagneux, et qu'au contraire ceux qui, comme la Flandre, l'Allemagne, la Hongrie, la Pologne, n'ont que du sable ou de l'argile, même à une assez grande profondeur, sont presque entièrement sans montagnes [1].

Cet auteur a eu plus qu'aucun autre le défaut de vouloir mêler la physique avec la théologie; et quoiqu'il nous ait donné quelques bonnes observations, la partie systématique de ses ouvrages est encore plus mauvaise que celle de tous ceux qui l'ont précédé: il a fait même sur ce sujet des déclamations et des plaisanteries ridicules. Voyez la plainte des poissons, *Piscium querelæ*, etc., sans parler de son gros livre en plusieurs volumes *in-folio*, intitulé *Physica sacra*, ouvrage puéril, et qui paroît fait moins pour occuper les hommes que pour amuser les enfans par les gravures et les images qu'on y a entassées à dessein et sans nécessité.

1. Voyez l'*Histoire de l'Académie*, 1708, p. 32.

Stenon, et quelques autres après lui, ont attribué la cause des inégalités de la surface de la terre à des inondations particulières, à des tremblemens de terre, à des secousses, des éboulemens, etc.: mais les effets de ces causes secondaires n'ont pu produire que quelques légers changemens. Nous admettons ces mêmes causes après la cause première, qui est le mouvement du flux et reflux, et le mouvement de la mer d'orient en occident. Au reste, Stenon ni les autres n'ont pas donné de théorie, ni même des faits généraux sur cette matière [2].

Ray prétend que toutes les montagnes ont été produites par des tremblemens de terre, et il a fait un traité pour le prouver. Nous ferons voir, à l'article des volcans, combien peu cette opinion est fondée.

Nous ne pouvons nous dispenser d'observer que la plupart des auteurs dont nous venons de parler, comme Burnet, Whiston, et Woodward, ont fait une faute qui nous paroît mériter d'être relevée, c'est d'avoir regardé le déluge comme possible par l'action des causes naturelles, au lieu que l'Écriture-Sainte nous le présente comme produit par la volonté immédiate de Dieu. Il n'y a aucune cause naturelle qui puisse produire sur la surface entière de la terre la quantité d'eau qu'il a fallu pour couvrir les plus hautes montagnes; et quand même on pourroit imaginer une cause proportionnée à cet effet, il seroit encore impossible de trouver quelque autre cause capable de faire disparoître les eaux: car en accordant à Whiston que ces eaux sont venues de la queue d'une comète, on doit lui nier qu'il en soit venu du grand abîme, et qu'elles y soient toutes rentrées, puisque le grand abîme étant, selon lui, environné et pressé de tous côtés par la croûte ou l'orbe terrestre, il est impossible que l'attraction de la comète ait pu causer aux fluides contenus dans l'intérieur de cet orbe le moindre mouvement; par conséquent le grand abîme n'aura pas éprouvé, comme il le dit, un flux et reflux violent; dès lors il n'en sera pas sorti et il n'y sera pas entré une seule goutte d'eau; et à moins de supposer que l'eau tombée de la comète a été détruite par miracle, elle seroit encore aujourd'hui sur la surface de la terre, couvrant les sommets des plus hautes montagnes. Rien ne caractérise mieux un miracle que l'impossibilité d'en expliquer l'effet par les causes naturelles. Nos auteurs ont fait de vains efforts

2. Voyez la Dissertation *de solido intra solidum*, etc.

pour rendre raison du déluge : leurs erreurs de physique au sujet des causes secondes qu'ils emploient, prouvent la vérité du fait tel qu'il est rapporté dans l'Écriture-Sainte, et démontrent qu'il n'a pu être opéré que par la cause première, par la volonté de Dieu.

D'ailleurs il est aisé de se convaincre que ce n'est ni dans un seul et même temps, ni par l'effet du déluge, que la mer a laissé à découvert les continens que nous habitons : car il est certain par le témoignage des livres sacrés, que le paradis terrestre était en Asie, et que l'Asie étoit un continent habité avant le déluge; par conséquent ce n'est pas dans ce temps que les mers ont couvert cette partie considérable du globe. La terre étoit donc avant le déluge telle à peu près qu'elle est aujourd'hui; et cette énorme quantité d'eau que la justice divine fit tomber sur la terre pour punir l'homme coupable, donna en effet la mort à toutes les créatures : mais elle ne produisit aucun changement à la surface de la terre : elle ne détruisit pas même les plantes, puisque la colombe rapporta une branche d'olivier.

Pourquoi donc imaginer, comme l'ont fait la plupart de nos naturalistes, que cette eau changea totalement la surface du globe jusqu'à mille et deux mille pieds de profondeur ? pourquoi veulent-ils que ce soit le déluge qui ait apporté sur la terre les coquilles qu'on trouve à sept ou huit cents pieds dans les rochers et dans les marbres ? pourquoi dire que c'est dans ce temps que se sont formées les montagnes et les collines ? et comment peut-on se figurer qu'il soit possible que ces eaux aient amené des masses et des bancs de coquilles de cent lieues de longueur ? Je ne crois pas qu'on puisse persister dans cette opinion, à moins qu'on n'admette dans le déluge un double miracle, le premier pour l'augmentation des eaux, et le second pour le transport des coquilles; mais comme il n'y a que le premier qui soit rapporté dans l'Écriture-Sainte, je ne vois pas qu'il soit nécessaire de faire un article de foi du second.

D'autre côté, si les eaux du déluge, après avoir séjourné au dessus des plus hautes montagnes, se fussent ensuite retirées tout à coup, elles auroient amené une si grande quantité de limon et d'immondices, que les terres n'auroient point été labourables ni propres à recevoir des arbres et des vignes que plusieurs siècles après cette inondation, comme l'on sait que, dans le déluge qui arriva en Grèce, le pays submergé fut totalement abandonné, et ne put recevoir aucune culture que trois siècles après cette inondation [1]. Aussi doit-on regarder le déluge universel comme un moyen surnaturel dont s'est servie la toute-puissance divine pour le châtiment des hommes, et non comme un effet naturel dans lequel tout se seroit passé selon les lois de la physique. Le déluge universel est donc un miracle dans sa cause et dans ses effets; on voit clairement par le texte de l'Écriture-Sainte qu'il a servi uniquement pour détruire l'homme et les animaux, et qu'il n'a changé en aucune façon la terre, puisqu'après la retraite des eaux les montagnes, et même les arbres, étoient à leur place, et que la surface de la terre étoit propre à recevoir la culture et à produire des vignes et des fruits. Comment toute la race des poissons, qui n'entra pas dans l'arche, auroit-elle pu être conservée si la terre eût été dissoute dans l'eau ou seulement si les eaux eussent été assez agitées pour transporter les coquilles des Indes en Europe, etc. ?

Cependant cette supposition, que c'est le déluge universel qui a transporté les coquilles de la mer dans tous les climats de la terre, est devenue l'opinion ou plutôt la superstition du commun des naturalistes. Woodward, Scheuchzer, et quelques autres appellent ces coquilles pétrifiées les restes du déluge; ils les regardent comme les médailles et les monumens que Dieu nous a laissés de ce terrible événement, afin qu'il ne s'effaçât jamais de la mémoire du genre humain ; enfin ils ont adopté cette hypothèse avec tant de respect, pour ne pas dire d'aveuglement, qu'ils ne paroissent s'être occupés qu'à chercher les moyens de concilier l'Écriture-Sainte avec leur opinion, et qu'au lieu de se servir de leurs observations et d'en tirer des lumières, ils se sont enveloppés dans les nuages d'une théologie physique, dont l'obscurité et la petitesse dérogent à la clarté et à la dignité de la religion, et ne laissent apercevoir aux incrédules qu'un mélange ridicule d'idées humaines et de faits divins. Prétendre en effet expliquer le déluge universel et ses causes physiques, vouloir nous apprendre le détail de ce qui s'est passé dans le temps de cette grande révolution, deviner quels en ont été les effets, ajouter des faits à ceux du livre sacré, tirer des conséquences de ces faits, n'est-ce pas vouloir mesurer la puissance du Très-Haut ? Les merveilles que sa main bienfaisante opère dans la nature

1. Voyez *Acta erudit.*, Lips., anno 1691, p. 100.

d'une manière uniforme et régulière, sont incompréhensibles; et à plus forte raison, les coups d'éclat, les miracles doivent nous tenir dans le saisissement et dans le silence.

Mais, diront-ils, le déluge universel étant un fait certain, n'est-il pas permis de raisonner sur les conséquences de ce fait? A la bonne heure: mais il faut que vous commenciez par convenir que le déluge universel n'a pu s'opérer par les puissances physiques; il faut que vous le reconnoissiez comme un effet immédiat de la volonté du Tout-Puissant; il faut que vous vous borniez à en savoir seulement ce que les livres sacrés nous en apprennent, avouer en même temps qu'il ne vous est pas permis d'en savoir davantage, et surtout ne pas mêler une mauvaise physique avec la pureté du livre saint. Ces précautions, qu'exige le respect que nous devons aux décrets de Dieu, étant prises, que reste-t-il à examiner au sujet du déluge? Est-il dit dans l'Écriture-Sainte que le déluge ait formé les montagnes? Il est dit le contraire. Est-il dit que les eaux fussent dans une agitation assez grande pour enlever du fond des mers les coquilles et les transporter par toute la terre? Non; l'arche voguoit tranquillement sur les flots. Est-il dit que la terre souffrit une dissolution totale? Point du tout. Le récit de l'historien sacré est simple et vrai; celui de ces naturalistes est composé et fabuleux.

ARTICLE VI.

Géographie.

La surface de la terre n'est pas, comme celle de Jupiter, divisée par bandes alternatives et parallèles à l'équateur: au contraire, elle est divisée d'un pôle à l'autre par deux bandes de terre et deux bandes de mer. La première et principale bande est l'ancien continent, dont la plus grande longueur se trouve être en diagonale avec l'équateur, et qu'on doit mesurer en commençant au nord de la Tartarie la plus orientale, de là à la terre qui avoisine le golfe Linchidolin, où les Moscovites vont pêcher des baleines, de là à Tobolsk, de Tobolsk à la mer Caspienne, de la mer Caspienne à la Mecque, de la Mecque à la partie occidentale du pays habité par le peuple de Galles en Afrique, ensuite au Monoemugi, au Monomotapa, et enfin au cap de Bonne-Espérance. Cette ligne, qui est la plus grande longueur de l'ancien continent, est d'environ 3600 lieues[1]: elle n'est interrompue que par la mer Caspienne et par la mer Rouge, dont les largeurs ne sont pas considérables; et on ne

[1] J'ai dit que *la ligne que l'on peut tirer dans la plus grande longueur de l'ancien continent, est d'environ 3600 lieues.* J'ai entendu des lieues comme on les compte aux environs de Paris, de 2000 ou 2500 toises, et qui sont d'environ 27 au degré.

Au reste, dans cet article de géographie générale, j'ai tâché d'apporter l'exactitude que demandent des sujets de cette espèce; néanmoins il s'y est glissé quelques petites erreurs et quelques négligences. Par exemple, 1° je n'ai pas donné les noms adoptés ou imposés par les François à plusieurs contrées de l'Amérique; j'ai suivi en tout les globes anglois faits par Senex, de deux pieds de diamètre, sur lesquels les cartes que j'ai données ont été copiées exactement. Les Anglois sont plus justes que nous à l'égard des nations qui leur sont indifférentes; ils conservent à chaque pays le nom originaire, ou celui que leur a donné le premier qui les a découverts. Au contraire, nous donnons souvent nos noms françois à tous les pays où nous abordons, et c'est de là que vient l'obscurité de la nomenclature géographique dans notre langue. Mais, comme les lignes qui traversent les deux continens dans leur plus grande longueur sont bien indiquées dans mes cartes par les deux points extrêmes, et par plusieurs autres points intermédiaires, dont les noms sont généralement adoptés, il ne peut y avoir sur cela aucune équivoque essentielle.

2° J'ai aussi négligé de donner le détail du calcul de la superficie des deux continens, parce qu'il est aisé de le vérifier sur un grand globe. Il en résulte que dans la partie qui est à gauche de la ligne de partage, il y a 2,471,092 3/4 lieues carrées, et 2,469,687 lieues carrées dans la partie qui est à droite de la même ligne, et que par conséquent l'ancien continent contient en tout environ 4,940,980 lieues carrées, ce qui ne fait pas une cinquième partie de la surface entière du globe.

Et de même la partie à gauche de la ligne de partage dans le nouveau continent contient 1,069,286 5/6 lieues carrées, et celle qui est à droite de la même ligne, en contient 1,070,926 1/12, en tout 2,140,213 lieues environ; ce qui ne fait pas la moitié de la surface de l'ancien continent. Et les deux continens ensemble ne contenant que 7,080,993 lieues carrées, leur superficie ne fait pas, à beaucoup près, le tiers de la surface totale du globe, qui est environ de 26 millions de lieues carrées.

3° J'aurois dû donner la petite différence d'inclinaison qui se trouve entre les deux lignes qui partagent les deux continens; je me suis contenté de dire qu'elles étoient l'une et l'autre inclinées à l'équateur d'environ 30 degrés, et en sens opposés. Ceci n'est en effet qu'un environ, celle de l'ancien continent l'étant d'un peu plus de 30 degrés, et celle du nouveau l'étant un peu moins. Si je me fusse expliqué comme je viens de le faire, j'aurois évité l'imputation qu'on m'a faite d'avoir tiré deux lignes d'inégale longueur sous le même angle entre deux parallèles: ce qui prouveroit, comme l'a dit un critique anonyme, que je ne sais pas les élémens de la géométrie.

4° J'ai négligé de distinguer la haute et la basse Égypte: en sorte que, dans les pages 283 et 285, il y a une apparence de contradiction; il semble que, dans le premier de ces endroits, l'Égypte soit

doit pas avoir égard aux petites interruptions lorsque l'on considère, comme nous le faisons, la surface du globe divisée seulement en quatre parties.

Cette plus grande longueur se trouve en mesurant le continent en diagonale : car si on le mesure au contraire suivant les méridiens, on verra qu'il n'y a que 2500 lieues depuis le cap nord de Laponie jusqu'au cap de Bonne-Espérance, et qu'on traverse la mer Baltique dans sa longueur, et la mer Méditerranée dans toute sa largeur ; ce qui fait une bien moindre longueur et de plus grandes interruptions que par la première route. A l'égard de toutes les autres distances qu'on pourroit mesurer dans l'ancien continent sous les mêmes méridiens, on les trouvera encore beaucoup plus petites que celles-ci, n'y ayant, par exemple, que 1800 lieues depuis la pointe méridionale de l'île de Ceylan jusqu'à la côte septentrionale de la Nouvelle-Zemble. De même, si on mesure le continent parallèlement à l'équateur, on trouvera que la plus grande longueur sans interruption se trouve depuis la côte occidentale de l'Afrique, à Trefana jusqu'à Ningpo sur la côte orientale de la Chine, et qu'elle est environ de 2800 lieues ; qu'une autre longueur sans interruption peut se mesurer depuis la pointe de la Bretagne à Brest jusqu'à la côte de la Tartarie chinoise, et qu'elle est environ de 2300 lieues ; qu'en mesurant depuis Bergen en Norwège jusqu'à la côte de Kamtschatka, il n'y a plus que 1800 lieues. Toutes ces lignes ont, comme l'on voit, beaucoup moins de longueur que la première ; ainsi la plus grande étendue de l'ancien continent est en effet depuis le cap oriental de la Tartarie la plus septentrionale jusqu'au cap de Bonne-Espérance, c'est-à-dire de trois mille six cents lieues.

Cette ligne peut être regardée comme le milieu de la bande de terre qui compose l'ancien continent : car en mesurant l'étendue de la surface du terrain des deux côtés de cette ligne, je trouve qu'il y a dans la partie qui est à gauche 2,471,092 3/4 lieues carrées, et que, dans la partie qui est à droite de cette ligne, il a 2,469,687 lieues carrées ; ce qui est une égalité singulière, et qui doit faire présumer, avec une très-grande vraisemblance, que cette ligne est le vrai milieu de l'ancien continent, en même temps qu'elle en est la plus grande longueur.

L'ancien continent a donc en tout environ 4,940,780 lieues carrées, ce qui ne fait pas une cinquième partie de la surface totale du globe ; et on peut regarder ce continent comme une large bande de terre inclinée à l'équateur d'environ trente degrés [1].

A l'égard du nouveau continent, on peut le regarder aussi comme une bande de terre dont la plus grande longueur doit être prise depuis l'embouchure du fleuve de la Plata jusqu'à cette contrée marécageuse qui s'étend au-delà du lac des Assiniboïls. Cette route va de l'embouchure du fleuve de la Plata au lac Caracares ; de là elle passe chez les Ma-

mise au rang des terres les plus anciennes ; tandis que, dans le second, je la mets au rang des plus nouvelles. J'ai eu tort de n'avoir pas, dans ce passage, distingué, comme je l'ai fait ailleurs, la haute Égypte, qui est en effet une terre très-ancienne, de la basse Égypte, qui est au contraire une terre très-nouvelle. (*Add. Buff.*)

1. Voici ce que dit sur la figure des continens, l'ingénieux auteur de l'*Histoire philosophique et politique des deux Indes*.

« On croit être sûr aujourd'hui que le nouveau continent n'a pas la moitié de la surface du nôtre ; leur figure d'ailleurs offre des ressemblances singulières.... Ils paroissent former comme deux bandes de terre qui partent du pôle arctique, et vont se terminer au midi, séparées à l'est et à l'ouest par l'océan qui les environne. Quels que soient et la structure de ces deux bandes, et le balancement ou la symétrie qui règne dans leur figure, on voit bien que leur équilibre ne dépend pas de leur position : c'est l'inconstance de la mer qui fait la solidité de la terre. Pour fixer le globe sur sa base, il falloit, ce me semble, un élément qui, flottant sans cesse autour de notre planète, pût contre-balancer par sa pesanteur toutes les autres substances, et par sa fluidité ramener cet équilibre que le combat et le choc des autres élémens auroient pu renverser. L'eau, par la mobilité de sa nature et par sa gravité tout ensemble, est infiniment propre à entretenir cette harmonie et ce balancement des parties du globe autour de son centre....

« Si les eaux qui baignent encore les entrailles du nouvel hémisphère n'en avoient pas inondé la surface, l'homme y auroit de bonne heure coupé les bois, desséché les marais, consolidé un sol pâteux,... ouvert une issue aux vents, et donné des digues aux fleuves ; le climat y eût déjà changé. Mais un hémisphère en friche et dépeuplé ne peut annoncer qu'un monde récent, lorsque la mer voisine de ces côtes serpente encore sourdement dans ses veines. »

Nous observerons, à ce sujet, que quoiqu'il y ait plus d'eau sur la surface de l'Amérique que sur celle des autres parties du monde, on ne doit pas en conclure qu'une mer intérieure soit contenue dans les entrailles de cette nouvelle terre ; on doit se borner à inférer de cette grande quantité de lacs, de marais, de larges fleuves, que l'Amérique n'a été peuplée qu'après l'Asie, l'Afrique et l'Europe, où les eaux stagnantes sont en bien moindre quantité ; d'ailleurs il y a mille autres indices qui démontrent qu'en général on doit regarder le continent de l'Amérique comme une terre nouvelle, dans laquelle la nature n'a pas eu le temps d'acquérir toutes ses forces, ni celui de les manifester par une très-nombreuse population. (*Add. Buff.*)

laguais, chez les Chiriguanes, ensuite à Pocona, à Zongo, de Zongo chez les Zamas, les Marinas, les Moruas, de là à Santa-Fé et à Carthagène, puis, par le golfe du Mexique, à la Jamaïque, à Cuba, tout le long de la péninsule de la Floride, chez les Apalaches, les Chicachas, de là au fort Saint-Louis ou Crève-Cœur, au fort le Sueur, et enfin chez les peuples qui habitent au-delà du lac des Assiniboïls, où l'étendue des terres n'a pas encore été reconnue [1].

Cette ligne, qui n'est interrompue que par le golfe du Mexique, qu'on doit regarder comme une mer Méditerranée, peut avoir environ 2500 lieues de longueur, et elle partage le nouveau continent en deux parties égales, dont celle qui est à gauche a 1,069,286 5/6 lieues carrées de surface, et celle qui est à droite en a 1,070,926 1/12. Cette ligne, qui fait le milieu de la bande du nouveau continent, est aussi inclinée à l'équateur d'environ 30 degrés, mais en sens opposé; en sorte que celle de l'ancien continent s'étendant du nord-est au sud-ouest, celle du nouveau s'étend du nord-ouest au sud-est; et toutes ces terres ensemble, tant de l'ancien que du nouveau continent, font environ 7,080,993 lieues carrées, ce qui n'est pas, à beaucoup près, le tiers de la surface totale du globe, qui en contient vingt-cinq millions.

On doit remarquer que ces deux lignes, qui traversent les continens dans leurs plus grandes longueurs, et qui les partagent chacun en deux parties égales, aboutissent toutes les deux au même degré de latitude septentrionale et australe. On peut aussi observer que les deux continens font des avances opposées et qui se regardent, savoir, les côtes de l'Afrique, depuis les îles Canaries jusqu'aux côtes de la Guinée, et celles de l'Amérique, depuis la Guiane jusqu'à l'embouchure de Rio-Janéiro.

Il paroît donc que les terres les plus anciennes du globe sont les pays qui sont aux deux côtés de ces lignes à une distance médiocre, par exemple, à 200 ou 250 lieues de chaque côté; et en suivant cette idée, qui est fondée sur les observations que nous venons de rapporter, nous trouverons dans l'ancien continent, que les terres les plus anciennes de l'Afrique sont celles qui s'étendent depuis le cap de Bonne-Espérance jusqu'à la mer Rouge et l'Égypte, sur une largeur d'environ 500 lieues, et que par conséquent toutes les côtes occidentales de l'Afrique, depuis la Guinée jusqu'au détroit de Gibraltar, sont des terres plus nouvelles. De même nous reconnoîtrons qu'en Asie, si on suit la ligne sur la même largeur, les terres plus anciennes sont l'Arabie heureuse et déserte, la Perse et la Géorgie, la Turcomanie et une partie de la Tartarie indépendante, la Circassie, et une partie de la Moscovie, etc.; que par conséquent l'Europe est plus nouvelle, et peut-être aussi la Chine et la partie orientale de la Tartarie. Dans le nouveau continent, nous trouverons que la terre Magellanique, la partie orientale du Brésil, du pays des Amazones, de la Guiane et du Canada, sont des pays nouveaux en comparaison du Tucuman, du Pérou, de la terre-ferme et des îles du golfe du Mexique, de la Floride, du Mississipi et du Mexique. On peut encore ajouter à ces observations deux faits qui sont assez remarquables : le vieux et le nouveau continent sont presque opposés l'un à l'autre; l'ancien est plus étendu au nord de l'équateur qu'au sud; au contraire, le nouveau l'est plus au sud qu'au nord de l'équateur; le centre de l'ancien continent est à 16 ou 18 degrés de latitude nord, et le centre du nouveau est à 16 ou 18 degrés de latitude sud; en sorte qu'ils semblent faits pour se contrebalancer. Il y a encore un rapport singulier entre les deux continens, quoiqu'il me paroisse plus essentiel que ceux dont je viens de parler : c'est que les deux continens seroient chacun partagés en deux parties, qui seroient toutes quatre environnées de la mer de tous côtés, sans deux petits isthmes, celui de Suez et celui de Panama,

Voilà ce que l'inspection attentive du globe peut nous fournir de plus général sur la division de la terre. Nous nous abstiendrons de faire sur cela des hypothèses et de hasarder des raisonnemens qui pourroient nous conduire à de fausses conséquences : mais comme personne n'avoit considéré sous ce point de vue la division du globe, j'ai cru devoir communiquer ces remarques. Il est assez singulier que la ligne qui fait la plus grande longueur des continens terrestres, les partage en deux parties égales; il ne l'est pas moins que ces deux lignes commencent et finissent aux mêmes degrés de latitude, et qu'elles soient toutes deux inclinées de même à l'équateur. Ces rapports peuvent tenir à quelque chose de général, que l'on découvrira peut-être et que nous ignorons. Nous verrons dans la suite à examiner plus en détail les inégalités de la figure des continens; il nous suffit d'observer

1. Voyez la carte de géographie.

ici que les pays les plus anciens doivent être les plus voisins de ces lignes, et en même temps les plus élevés, et que les terres plus nouvelles en doivent être les plus éloignées et en même temps les plus basses. Ainsi en Amérique la terre des Amazones, la Guiane et le Canada, seront les parties les plus nouvelles : en jetant les yeux sur la carte de ces pays, on voit que les eaux y sont répandues de tous côtés, qu'il y a un grand nombre de lacs et de très-grands fleuves; ce qui indique encore que ces terres sont nouvelles : au contraire, le Tucuman, le Pérou et le Mexique, sont des pays très-élevés, fort montueux et voisins de la ligne qui partage le continent; ce qui semble prouver qu'ils sont plus anciens que ceux dont nous venons de parler. De même toute l'Afrique est très-montueuse, et cette partie du monde est fort ancienne; il n'y a guère que l'Égypte, la Barbarie et les côtes occidentales de l'Afrique jusqu'au Sénégal, qu'on puisse regarder comme de nouvelles terres. L'Asie est aussi une terre ancienne et peut-être la plus ancienne de toutes, surtout l'Arabie, la Perse et la Tartarie ; mais les inégalités de cette vaste partie du monde demandent, aussi bien que celles de l'Europe, un détail que nous renvoyons à un autre article. On pourroit dire en général que l'Europe est un pays nouveau; la tradition sur la migration des peuples et sur l'origine des arts et des sciences paroît l'indiquer : il n'y a pas long-temps qu'elle étoit encore remplie de marais et couverte de forêts, au lieu que dans les pays très-anciennement habités il y a peu de bois, peu d'eau, point de marais, beaucoup de landes et de bruyères, une grande quantité de montagnes dont les sommets sont secs et stériles; car les hommes détruisent les bois, contraignent les eaux, resserrent les fleuves, dessèchent les marais, et avec le temps ils donnent à la terre une face toute différente de celle des pays inhabités ou nouvellement peuplés.

Les anciens ne connoissoient qu'une très-petite partie du globe ; l'Amérique entière, les terres arctiques, la terre australe et Magellanique, une grande partie de l'intérieur de l'Afrique, leur étoient entièrement inconnues; ils ne savoient pas que la zone torride étoit habitée, quoiqu'ils eussent navigué autour de l'Afrique; car il y a 2200 ans que Néco, roi d'Égypte, donna des vaisseaux à des Phéniciens qui partirent de la mer Rouge, côtoyèrent l'Afrique, doublèrent le cap de Bonne-Espérance, et ayant employé deux ans à faire ce voyage, ils entrèrent la troisième année dans le détroit de Gibraltar[1]. Cependant les anciens ne connoissoient pas la propriété qu'a l'aimant de se diriger vers les pôles du monde, quoiqu'ils connussent celle qu'il a d'attirer le fer; ils ignoroient la cause générale du flux et du reflux de la mer ; ils n'étoient pas sûrs que l'Océan environnât le globe sans interruption : quelques-uns, à la vérité, l'ont soupçonné, mais avec si peu de fondement, qu'aucun n'a osé dire, ni même conjecturer, qu'il étoit possible de faire le tour du monde. Magellan a été le premier qui l'ait fait en l'année 1519, dans l'espace de 1124 jours. François Drake a été le second en 1577, et il l'a fait en 1056 jours. Ensuite Thomas Cavendisch a fait ce grand voyage en 777 jours, dans l'année 1586. Ces fameux voyageurs ont été les premiers qui aient démontré physiquement la sphéricité et l'étendue de la circonférence de la terre; car les anciens étoient aussi fort éloignés d'avoir une juste mesure de cette circonférence du globe, quoiqu'ils y eussent beaucoup travaillé. Les vents généraux et réglés, et l'usage qu'on en peut faire pour les voyages de long cours, leur étoient absolument inconnus : ainsi on ne doit pas être surpris du peu de progrès qu'ils ont fait dans la géographie, puisque aujourd'hui, malgré toutes les connoissances que l'on a acquises par le secours des sciences mathématiques et par les découvertes des navigateurs, il reste encore bien des choses à trouver et de vastes contrées à découvrir. Presque toutes les terres qui sont du côté du pôle antarctique nous sont inconnues; on sait seulement qu'il y en a et qu'elles sont séparées de tous les autres continens par l'Océan. Il reste aussi beaucoup de pays à découvrir du côté du pôle arctique, et l'on est obligé d'avouer, avec quelque espèce de regret, que depuis plus d'un siècle l'ardeur pour découvrir de nouvelles terres s'est extrêmement ralentie : on a préféré, et peut-être avec raison, l'utilité qu'on a trouvée à faire valoir celles qu'on connoissoit, à la gloire d'en conquérir de nouvelles.

Cependant la découverte de ces terres australes seroit un grand objet de curiosité et pourroit être utile : on n'a reconnu de ce côté-là que quelques côtes, et il est fâcheux que les navigateurs qui ont voulu tenter cette découverte en différens temps aient presque toujours été arrêtés par des glaces qui les ont empêchés de prendre terre. La

1. Voyez *Hérodote*, liv. IV.

brume, qui est fort considérable dans ces parages, est encore un obstacle. Cependant, malgré ces inconvéniens, il est à croire qu'en partant du cap de Bonne-Espérance en différentes saisons, on pourroit enfin reconnoître une partie de ces terres, lesquelles jusqu'ici font un monde à part.

Il y auroit encore un autre moyen, qui peut-être réussiroit mieux : comme les glaces et les brumes paroissent avoir arrêté tous les navigateurs qui ont entrepris la découverte des terres australes par l'océan Atlantique, et que les glaces se sont présentées dans l'été de ces climats aussi bien que dans les autres saisons, ne pourroit-on pas se promettre un meilleur succès en changeant de route ? Il me semble qu'on pourroit tenter d'arriver à ces terres par la mer Pacifique, en partant de Baldivia ou d'un autre port de la côte du Chili et traversant cette mer sous le 50e degré de latitude sud [1]. Il n'y a aucune apparence que cette navigation, qui n'a jamais été faite, fût périlleuse : et il est probable qu'on trouveroit dans cette traversée de nouvelles terres ; car ce qui nous reste à connoître du côté du pôle austral est si considérable, qu'on peut sans se tromper l'évaluer à plus d'un quart de la superficie du globe; en sorte qu'il peut y avoir dans ces climats un continent terrestre aussi grand que l'Europe, l'Asie et l'Afrique, prises toutes trois ensemble.

Comme nous ne connoissons point du tout cette partie du globe, nous ne pouvons pas savoir au juste la proportion qui est entre la surface de la terre et celle de la mer; seulement, autant qu'on en peut juger par l'inspection de ce qui est connu, il paroît qu'il y a plus de mer que de terre.

Si l'on veut avoir une idée de la quantité énorme d'eau que contiennent les mers, on peut supposer une profondeur commune et générale à l'Océan; et en ne la faisant que de deux cents toises ou de la dixième partie d'une lieue, on verra qu'il y a assez d'eau pour couvrir le globe entier d'une hauteur de six cents pieds d'eau; et si on veut réduire cette eau dans une seule masse, on trouvera qu'elle fait un globe de plus de soixante lieues de diamètre.

Les navigateurs prétendent que le continent des terres australes est beaucoup plus froid que celui du pôle arctique : mais il n'y a aucune apparence que cette opinion soit fondée, et probablement elle n'a été adoptée des voyageurs que parce qu'ils ont trouvé des glaces à une latitude où l'on n'en trouve presque jamais dans nos mers septentrionales; mais cela peut venir de quelques

1. J'ajouterai à ce que j'ai dit des terres australes, que depuis quelques années on a fait de nouvelles tentatives pour y aborder, qu'on en a même découvert quelques points après être parti, soit du cap de Bonne-Espérance, soit de l'Ile-de-France, mais que ces nouveaux voyageurs ont également trouvé des brumes, de la neige et des glaces dès le 46 ou le 47e degré. Après avoir conféré avec quelques-uns d'entre eux, et ayant pris d'ailleurs toutes les observations que j'ai pu recueillir, j'ai vu qu'ils s'accordent sur ce fait, et que tous ont également trouvé des glaces à des latitudes beaucoup moins élevées qu'on n'en trouve dans l'hémisphère boréal; ils ont aussi tous également trouvé des brumes à ces mêmes latitudes où ils ont rencontré des glaces, et cela dans la saison même de l'été de ces climats : il est donc très-probable qu'au delà du 50e degré on chercheroit en vain des terres tempérées dans cet hémisphère austral, où le refroidissement glacial s'est étendu beaucoup plus loin que dans l'hémisphère boréal. La brume est un effet produit par la présence ou par le voisinage des glaces; c'est un brouillard épais, une espèce de neige très-fine, suspendue dans l'air et qui le rend obscur : elle accompagne souvent les grandes glaces flottantes, et elle est perpétuelle sur les plages glacées.

Au reste, les Anglois ont fait tout nouvellement le tour de la Nouvelle-Hollande et de la Nouvelle-Zélande. Ces terres australes sont d'une étendue plus grande que l'Europe entière. Celles de la Zélande sont divisées en plusieurs îles : mais celles de la Nouvelle-Hollande doivent plutôt être regardées comme une partie du continent de l'Asie que comme une île du continent austral; car la Nouvelle-Hollande n'est séparée que par un petit détroit de la terre des Papous ou Nouvelle-Guinée, et tout l'archipel qui s'étend depuis les Philippines vers le sud, jusqu'à la terre d'Arnheim dans la Nouvelle-Hollande, et jusqu'à Sumatra et Java, vers l'occident et le midi, paroît autant appartenir à ce continent de la Nouvelle-Hollande qu'au continent de l'Asie méridionale.

M. le capitaine Cook, qu'on doit regarder comme le plus grand navigateur de ce siècle, et auquel l'on est redevable d'un nombre infini de nouvelles découvertes, a non seulement donné la carte des côtes de la Zélande et de la Nouvelle-Hollande, mais il a encore reconnu une très-grande étendue de mer dans la partie australe voisine de l'Amérique; il est parti de la pointe même de l'Amérique, le 30 janvier 1769, et il a parcouru un grand espace sous le 60e degré, sans avoir trouvé des terres. On peut voir, dans la carte qu'il en a donnée, l'étendue de mer qu'il a reconnue, et sa route démontre que s'il existe des terres dans cette partie du globe, elles sont fort éloignées du continent de l'Amérique, puisque la Nouvelle-Zélande, située entre le 35e et le 45e degré de latitude, en est elle-même très-éloignée : mais il faut espérer que quelques autres navigateurs, marchant sur les traces du capitaine Cook, chercheront à parcourir ces mers australes sous le 50e degré, et qu'on ne tardera pas à savoir si ces parages immenses, qui ont plus de deux mille lieues d'étendue, sont des terres ou des mers; néanmoins je ne présume pas qu'au delà du 50e degré dans les régions australes ces terres soient assez tempérées pour que leur découverte pût nous être utile. (*Add. Buff.*)

causes particulières. On ne trouve plus de glaces dès le mois d'avril en deçà des 67 et 68e degrés de latitude septentrionale, et les sauvages de l'Acadie et du Canada disent que quand elles ne sont pas toutes fondues dans ce mois-là, c'est une marque que le reste de l'année sera froid et pluvieux. En 1725 il n'y eut, pour ainsi dire, point d'été, et il plut presque continuellement : aussi non seulement les glaces des mers septentrionales n'étoient pas fondues au mois d'avril au 67e degré, mais même on en trouva au 15 juin vers le 41 ou 42e degré [1].

On trouve une grande quantité de ces glaces flottantes dans la mer du Nord, surtout à quelque distance des terres; elles viennent de la mer de Tartarie dans celle de la Nouvelle-Zemble et dans les autres endroits de la mer Glaciale. J'ai été assuré par des gens dignes de foi qu'un capitaine anglois, nommé *Monson*, au lieu de chercher un passage entre les terres du Nord pour aller à la Chine, avoit dirigé sa route droit au pôle et en avoit approché jusqu'à deux degrés; que dans cette route il avoit trouvé une haute mer sans aucune glace : ce qui prouve que les glaces se forment auprès des terres et jamais en pleine mer; car quand même on voudroit supposer, contre toute apparence, qu'il pourroit faire assez froid au pôle pour que la superficie de la mer fût gelée, on ne concevroit pas comment ces énormes glaces qui flottent pourroient se former, si elles ne trouvoient pas un point d'appui contre les terres, d'où ensuite elles se détachent par la chaleur du soleil. Les deux vaisseaux que la compagnie des Indes envoya en 1739 à la découverte des terres australes, trouvèrent des glaces à une latitude de 47 ou 48 degrés; mais ces glaces n'étoient pas fort éloignées des terres, puisqu'ils les reconnurent sans cependant pouvoir y aborder [2]. Ces glaces doivent venir des terres intérieures et voisines du pôle austral, et on peut conjecturer qu'elles suivent le cours de plusieurs grands fleuves dont ces terres inconnues sont arrosées, de même que le fleuve Oby, le Jénisca, et les autres grandes rivières qui tombent dans les mers du Nord, entraînent les glaces qui bouchent, pendant la plus grande partie de l'année, le détroit de Waigats et rendent inabordable la mer de Tartarie par cette route, tandis qu'au delà de la Nouvelle-Zemble et plus près des pôles, où il y a peu de fleuves et de terres, les glaces sont moins communes et la mer est plus navigable; en sorte que si on vouloit encore tenter le voyage de la Chine et du Japon par les mers du Nord, il faudroit peut-être, pour s'éloigner le plus des terres et des glaces, diriger sa route droit au pôle et chercher les plus hautes mers, où certainement il n'y a que peu ou point de glaces; car on sait que l'eau salée peut, sans se geler, devenir beaucoup plus froide que l'eau douce glacée, et par conséquent le froid excessif du pôle peut bien rendre l'eau de la mer plus froide que la glace, sans que pour cela la surface de la mer se gèle, d'autant plus qu'à 80 ou 82 degrés la surface de la mer, quoique mêlée de beaucoup de neige et d'eau douce, n'est glacée qu'auprès des côtes. En recueillant les témoignages des voyageurs sur le passage de l'Europe à la Chine par la mer du Nord, il paroît qu'il existe, et que s'il a été si souvent tenté inutilement, c'est parce qu'on a toujours craint de s'éloigner des terres et de s'approcher du pôle : les voyageurs l'ont peut-être regardé comme un écueil.

Cependant Guillaume Barents, qui avoit échoué, comme bien d'autres, dans son voyage du Nord, ne doutoit pas qu'il n'y eût un passage, et que s'il se fût plus éloigné des terres, il n'eût trouvé une mer libre et sans glaces. Des voyageurs moscovites, envoyés par le czar pour reconnoître les mers du Nord, rapportèrent que la Nouvelle-Zemble n'est point une île, mais une terre ferme du continent de la Tartarie, et qu'au nord de la Nouvelle-Zemble c'est une mer libre et ouverte. Un voyageur hollandois nous assure que la mer jette de temps en temps, sur la côte de Corée et du Japon, des baleines qui ont sur le dos des harpons anglois et hollandois. Un autre Hollandois a prétendu avoir été jusque sous le pôle, et assuroit qu'il y faisoit aussi chaud qu'il fait à Amsterdam en été. Un Anglois nommé *Goulden*, qui avoit fait plus de trente voyages en Groenland, rapporta au roi Charles II que deux vaisseaux hollandois avec lesquels il faisoit voile, n'ayant point trouvé de baleines à la côte de l'île d'Edges, résolurent d'aller plus au nord, et qu'étant de retour au bout de quinze jours, ces Hollandois lui dirent qu'ils avoient été jusqu'au 89e degré de latitude, c'est-à-dire à un degré du pôle, et que là ils n'avoient point trouvé de glaces, mais une mer libre et ouverte, fort profonde, et semblable à celle de la baie de Biscaye, et qu'ils lui montrèrent quatre journaux de deux vaisseaux qui

1. Voyez l'*Histoire de l'Académie*, année 1725.
2. Voyez sur cela la carte de M. Buache, 1739.

attestoient la même chose, et s'accordoient à fort peu de chose près. Enfin il est rapporté dans les *Transactions philosophiques*, que deux navigateurs qui avoient entrepris de découvrir ce passage firent une route de trois cents lieues à l'orient de la Nouvelle-Zemble; mais qu'étant de retour, la compagnie des Indes, qui avoit intérêt que ce passage ne fût pas découvert, empêcha ces navigateurs de retourner [1]. Mais la compagnie des Indes de Hollande crut au contraire qu'il étoit de son intérêt de trouver ce passage : l'ayant tenté inutilement du côté de l'Europe, elle le fit chercher du côté du Japon; et elle auroit apparemment réussi, si l'empereur du Japon n'eût pas interdit aux étrangers toute navigation du côté des terres de Jesso. Ce passage ne peut donc se trouver qu'en allant droit au pôle au delà de Spitzberg, ou bien en suivant le milieu de la haute mer, entre la Nouvelle-Zemble et Spitzberg, sous le 79ᵉ degré de latitude. Si cette mer a une largeur considérable, on ne doit pas craindre de la trouver glacée à cette latitude, et pas même sous le pôle, par les raisons que nous avons alléguées. En effet, il n'y a pas d'exemple qu'on ait trouvé la surface de la mer glacée au large et à une distance considérable des côtes : le seul exemple d'une mer totalement glacée est celui de la mer Noire; elle est étroite et peu salée, et elle reçoit une très-grande quantité de fleuves qui viennent des terres septentrionales, et qui y apportent des glaces : aussi elle gèle quelquefois au point que sa surface est entièrement glacée, même à une profondeur considérable; et, si l'on en croit les historiens, elle gela, du temps de l'empereur Copronyme, de trente coudées d'épaisseur, sans compter vingt coudées de neige qu'il y avoit par dessus la glace. Ce fait me paroît exagéré; mais il est sûr qu'elle gèle presque tous les hivers, tandis que les hautes mers, qui sont de mille lieues plus près du pôle, ne gèlent pas; ce qui ne peut venir que de la différence de la salure et du peu de glaces qu'elles reçoivent par les fleuves en comparaison de la quantité énorme de glaçons qu'ils transportent dans la mer Noire.

Ces glaces, que l'on regarde comme des barrières qui s'opposent à la navigation vers les pôles et à la découverte des terres australes, prouvent seulement qu'il y a de très-grands fleuves dans le voisinage des climats où on les a rencontrées : par conséquent elles nous indiquent aussi qu'il y a de vastes continents d'où ces fleuves tirent leur origine, et on ne doit pas se décourager à la vue de ces obstacles; car, si l'on y fait attention, l'on reconnoîtra aisément que ces glaces ne doivent être que dans certains endroits particuliers; qu'il est presque impossible que dans le cercle entier que nous pouvons imaginer terminer les terres australes du côté de l'équateur, il y ait partout de grands fleuves qui charrient des glaces, et que par conséquent il y a grande apparence qu'on réussiroit en dirigeant sa route vers quelque autre point de ce cercle. D'ailleurs la description que nous ont donnée Dampier et quelques autres voyageurs du terrain de la Nouvelle-Hollande, nous peut faire soupçonner que cette partie du globe qui avoisine les terres australes, et qui peut-être en fait partie, est un pays moins ancien que le reste de ce continent inconnu. La Nouvelle-Hollande est une terre basse, sans eaux, sans montagnes, peu habitée, dont les naturels sont sauvages et sans industrie; tout cela concourt à nous faire penser qu'ils pourroient être dans ce continent à peu près ce que les sauvages des Amazones ou du Paraguay sont en Amérique. On a trouvé des hommes policés, des empires et des rois, au Pérou, au Mexique, c'est-à-dire dans les contrées de l'Amérique les plus élevées, et par conséquent les plus anciennes; les sauvages, au contraire, se sont trouvés dans les contrées les plus basses et les plus nouvelles. Ainsi on peut présumer que dans l'intérieur des terres australes on trouveroit aussi des hommes réunis en société dans les contrées élevées d'où ces grands fleuves qui amènent à la mer ces glaces prodigieuses tirent leur source.

L'intérieur de l'Afrique nous est inconnu presque autant qu'il l'étoit aux anciens : ils avoient, comme nous, fait le tour de cette presqu'île par mer; mais à la vérité ils ne nous avoient laissé ni cartes ni descriptions de ces côtes. Pline nous dit qu'on avoit, dès le temps d'Alexandre, fait le tour de l'Afrique; qu'on avoit reconnu dans la mer d'Arabie des débris de vaisseaux espagnols, et qu'Hannon, général carthaginois, avoit fait le voyage depuis Gades jusqu'à la mer d'Arabie; qu'il avoit même donné par écrit la relation de ce voyage. Outre cela, dit-il, Cornélius Népos nous apprend que de son temps un certain Eudoxe, persécuté par le roi Lathurus, fut obligé de s'enfuir; qu'étant parti du golfe Arabique, il étoit arrivé

1. Voyez le *Recueil des Voyages du Nord*, p. 200.

à Gades, et qu'avant ce temps on commerçoit d'Espagne en Éthiopie par la mer [1]. Cependant, malgré ces témoignages des anciens, on s'étoit persuadé qu'ils n'avoient jamais doublé le cap de Bonne-Espérance, et l'on a regardé comme une découverte nouvelle cette route que les Portugais ont prise les premiers pour aller aux grandes Indes. On ne sera peut-être pas fâché de voir ce qu'on en croyoit dans le neuvième siècle.

« On a découvert de notre temps une chose toute nouvelle, et qui étoit inconnue autrefois à ceux qui ont vécu avant nous. Personne ne croyoit que la mer qui s'étend depuis les Indes jusqu'à la Chine, eût communication avec la mer de Syrie, et on ne pouvoit se mettre cela dans l'esprit. Voici ce qui est arrivé de notre temps, selon ce que nous en avons appris. On a trouvé dans la mer de *Roum* ou Méditerranée les débris d'un vaisseau arabe que la tempête avoit brisé, et tous ceux qui le montoient étant péris, les flots l'ayant mis en pièces, elles furent portées par le vent et par la vague jusque dans la mer des Cozars, et de là au canal de la mer Méditerranée, d'où elles furent enfin jetées sur la côte de Syrie. Cela fait voir que la mer environne tout le pays de la Chine et de Cila, l'extrémité du Turquestan et le pays des Cozars; qu'ensuite elle coule par le détroit jusqu'à ce qu'elle baigne la côte de Syrie. La preuve est tirée de la construction du vaisseau dont nous venons de parler; car il n'y a que les vaisseaux de Siraf dont la fabrique est telle, que les bordages ne sont point cloués, mais joints ensemble d'une matière particulière, de même que s'ils étoient cousus; au lieu que ceux de tous les vaisseaux de la mer Méditerranée et de la côte de Syrie sont cloués, et ne sont pas joints de cette manière [2]. »

Voici ce qu'ajoute le traducteur de cette ancienne relation :

« Abuziel remarque comme une chose nouvelle et fort extraordinaire, qu'un vaisseau fût porté de la mer des Indes sur les côtes de Syrie. Pour trouver le passage dans la mer Méditerranée, il suppose qu'il y a une grande étendue de mer au dessus de la Chine, qui a communication avec la mer des Cozars, c'est-à-dire de Moscovie. La mer qui est au delà du cap des Courants étoit entièrement inconnue aux Arabes, à cause du péril extrême de la navigation; et le continent étoit habité par des peuples si barbares, qu'il n'étoit pas facile de les soumettre, ni même de les civiliser par le commerce. Les Portugais ne trouvèrent depuis le cap de Bonne-Espérance jusqu'à Soffala aucuns Maures établis, comme ils en trouvèrent depuis dans toutes les villes maritimes jusqu'à la Chine. Cette ville étoit la dernière que connoissoient les géographes; mais ils ne pouvoient dire si la mer avoit communication par l'extrémité de l'Afrique avec la mer de Barbarie, et ils se contentoient de la décrire jusqu'à la côte de *Zinge*, qui est celle de la Cafrerie : c'est pourquoi nous ne pouvons douter que la première découverte du passage de cette mer par le cap de Bonne-Espérance n'ait été faite par les Européens, sous la conduite de Vasco de Gama, ou au moins quelques années avant qu'il doublât le cap, s'il est vrai qu'il se soit trouvé des cartes marines plus anciennes que cette navigation, où le cap étoit marqué sous le nom de *Fronteira da Afriqua*. Antoine Galvan témoigne, sur le rapport de Francisco de Sousa Tavares, qu'en 1528 l'infant don Fernand lui fit voir une semblable carte qui se trouvoit dans le monastère d'Acoboca, et qui étoit faite il y avoit cent vingt ans, peut-être sur celle qu'on dit être à Venise dans les trésors de Saint-Marc, et qu'on croit avoir été copiée sur celle de Marc Paolo, qui marque aussi la pointe de l'Afrique, selon le témoignage de Ramusio, etc. » L'ignorance de ces siècles au sujet de la navigation autour de l'Afrique paroîtra peut-être moins singulière que le silence de l'éditeur de cette ancienne relation au sujet des passages d'Hérodote, de Pline, etc., que nous avons cités, et qui prouvent que les anciens avoient fait le tour de l'Afrique.

Quoi qu'il en soit, les côtes de l'Afrique nous sont actuellement bien connues; mais quelques tentatives qu'on ait faites pour pénétrer dans l'intérieur du pays, on n'a pu parvenir à le connoître assez pour en donner des relations exactes. Il seroit cependant fort à souhaiter que, par le Sénégal ou par quelque autre fleuve, on pût remonter bien avant dans les terres et s'y établir : on y trouveroit, selon toutes les apparences, un pays aussi riche en mines précieuses que l'est le Pérou ou le Brésil; car on sait que les fleuves de l'Afrique charrient beaucoup

1. Voyez Plin., *Hist. nat.*, tom. I, lib. II.
2. Voyez les anciennes relations des *Voyages faits par terre à la Chine*, pages 53 et 54.

d'or; et comme ce continent est un pays de montagnes très-élevées, et que d'ailleurs il est situé sous l'équateur, il n'est pas douteux qu'il ne contienne, aussi bien que l'Amérique, les mines des métaux les plus pesans, et les pierres les plus compactes et les plus dures.

La vaste étendue de la Tartarie septentrionale et orientale n'a été reconnue que dans ces derniers temps. Si les cartes des Moscovites sont justes, on connoît à présent les côtes de toute cette partie de l'Asie, et il paroît que depuis la pointe de la Tartarie orientale jusqu'à l'Amérique septentrionale, il n'y a guère qu'un espace de quatre ou cinq cents lieues : on a même prétendu tout nouvellement que ce trajet étoit bien plus court; car dans la gazette d'Amsterdam, du 24 février 1747, il est dit, à l'article de Pétersbourg, que M. Stoller avoit découvert, au delà de Kamtschatka, une des îles de l'Amérique septentrionale, et qu'il avoit démontré qu'on pouvoit y aller des terres de l'empire de Russie par un petit trajet. Des jésuites et d'autres missionnaires ont aussi prétendu avoir reconnu en Tartarie des sauvages qu'ils avoient catéchisés en Amérique; ce qui supposeroit en effet que le trajet seroit encore bien plus court [1]. Cet auteur prétend même que les deux continens de l'Ancien et du Nouveau-Monde se joignent par le nord, et il dit que les dernières navigations des Japonnois donnent lieu de juger que le trajet dont nous avons parlé n'est qu'une baie, au dessus de laquelle on peut passer par terre d'Asie en Amérique : mais cela demande confirmation; car jusqu'à présent on a cru, avec quelque sorte de vraisemblance, que le continent du pôle arctique est séparé en entier des autres continens, aussi bien que celui du pôle antarctique.

L'astronomie et l'art de la navigation sont portés à un si haut point de perfection, qu'on peut raisonnablement espérer d'avoir un jour une connoissance exacte de la surface entière du globe. Les anciens n'en connoissoient qu'une assez petite partie, parce que, n'ayant pas la boussole, ils n'osoient se hasarder dans les hautes mers. Je sais bien que quelques gens ont prétendu que les Arabes avoient inventé la boussole, et s'en étoient servis long-temps avant nous pour voyager sur la mer des Indes, et commercer jusqu'à la Chine [2] : mais cette opinion m'a toujours paru dénuée de toute vraisemblance; car il n'y a aucun mot dans les langues arabe, turque ou persane, qui puisse signifier la boussole; ils se servent du mot italien *bossola:* ils ne savent pas même encore aujourd'hui faire des boussoles ni aimanter les aiguilles, et ils achètent des Européens celles dont ils se servent. Ce que dit le P. Martini au sujet de cette invention, ne me paroît guère mieux fondé; il prétend que les Chinois connoissoient la boussole depuis plus de trois mille ans [3]. Mais si cela est, comment est-il arrivé qu'ils en aient fait si peu d'usage? pourquoi prenoient-ils dans leurs voyages à la Cochinchine une route beaucoup plus longue qu'il n'étoit nécessaire? pourquoi se bornoient-ils à faire toujours les mêmes voyages, dont les plus grands étoient à Java et à Sumatra? et pourquoi n'auroient-ils pas découvert avant les Européens une infinité d'îles abondantes et de terres fertiles dont ils sont voisins, s'ils avoient eu l'art de naviguer en pleine mer? car, peu d'années après la découverte de cette merveilleuse propriété de l'aimant, les Portugais firent de très-grands voyages : ils doublèrent le cap de Bonne-Espérance, ils traversèrent les mers de l'Afrique et des Indes; et tandis qu'ils dirigeoient toutes leurs vues du côté de l'orient et du midi, Christophe Colomb tourna les siennes vers l'occident [4].

Pour peu qu'on y fît attention, il étoit fort aisé de deviner qu'il y avoit des espaces immenses vers l'occident : car en comparant la partie connue du globe, par exemple, la distance de l'Espagne à la Chine, et faisant attention au mouvement de révolution ou de la terre ou du ciel, il étoit aisé de voir

1. Voyez l'*Hist. de la Nouv.-Fr.*, par le P. Charlevoix, t. III, p. 30 et 31.
2. Voyez l'*Abrégé de l'Histoire des Sarrasins*, de Bergeron, p. 119.

3. Voyez *Hist. Sinica*, p. 106.
4. Au sujet de l'invention de la boussole, je dois ajouter que, par le témoignage des auteurs chinois, dont MM. Leroux et de Guignes ont fait l'extrait, il paroît certain que la propriété qu'a le fer aimanté de se diriger vers les pôles, a été très-anciennement connue des Chinois. La forme de ces premières boussoles étoit une figure d'homme qui tournoit sur un pivot, et dont le bras droit montroit toujours le midi. Le temps de cette invention, suivant certaines chroniques de la Chine, est 1115 ans avant l'ère chrétienne, et 2700 ans selon d'autres. Mais, malgré l'ancienneté de cette découverte, il ne paroît pas que les Chinois en aient jamais tiré l'avantage de faire de longs voyages.

Homère, dans l'*Odyssée*, dit que les Grecs se servirent de l'aimant pour diriger leur navigation lors du siége de Troie; et cette époque est à peu près la même que celle des chroniques chinoises. Ainsi l'on ne peut guère douter que la direction de l'aimant vers le pôle, et même l'usage de la boussole pour la navigation, ne soient des connoissances anciennes, et qui datent de trois mille ans au moins. (*Add. Buff.*)

qu'il restoit à découvrir une bien plus grande étendue vers l'occident, que celle qu'on connoissoit vers l'orient. Ce n'est donc pas par le défaut des connoissances astronomiques que les anciens n'ont pas trouvé le Nouveau-Monde, mais uniquement par le défaut de la boussole : les passages de Platon et d'Aristote, où ils parlent de terres fort éloignées au delà des colonnes d'Hercule, semblent indiquer que quelques navigateurs avoient été poussés par la tempête jusqu'en Amérique, d'où ils n'étoient revenus qu'avec des peines infinies : et on peut conjecturer que quand même les anciens auroient été persuadés de l'existence de ce continent par la relation de ces navigateurs, ils n'auroient pas même pensé qu'il fût possible de s'y frayer des routes, n'ayant aucun guide, aucune connoissance de la boussole.

J'avoue qu'il n'est pas absolument impossible de voyager dans les hautes mers sans boussole, et que des gens bien déterminés auroient pu entreprendre d'aller chercher le Nouveau-Monde, en se conduisant seulement par les étoiles voisines du pôle. L'astrolabe surtout étant connu des anciens, il pouvoit leur venir dans l'esprit de partir de France ou d'Espagne, et de faire route vers l'occident, en laissant toujours l'étoile polaire à droite, et en prenant souvent hauteur pour se conduire à peu près sous le même parallèle : c'est sans doute de cette façon que les Carthaginois dont parle Aristote trouvèrent le moyen de revenir de ces terres éloignées, en laissant l'étoile polaire à gauche; mais on doit convenir qu'un pareil voyage ne pouvoit être regardé que comme une entreprise téméraire, et que par conséquent nous ne devons pas être étonnés que les anciens n'en aient pas même conçu le projet.

On avoit déjà découvert, du temps de Christophe Colomb, les Açores, les Canaries, Madère : on avoit remarqué que lorsque les vents d'ouest avoient régné longtemps, la mer amenoit sur les côtes de ces îles des morceaux de bois étrangers, des cannes d'une espèce inconnue, et même des corps morts qu'on reconnoissoit à plusieurs signes n'être ni Européens ni Africains [1]. Colomb lui-même remarqua que du côté de l'ouest il venoit certains vents qui ne duroient que quelques jours, et qu'il se persuada être des vents de terre; cependant, quoiqu'il eût sur les anciens tous ces avantages et la boussole, les difficultés qui restoient à vaincre étoient encore si grandes, qu'il n'y avoit que le succès qui pût justifier l'entreprise : car supposons pour un instant que le continent du Nouveau-Monde eût été plus éloigné, par exemple, à mille ou quinze cents lieues plus loin qu'il n'est en effet, chose que Colomb ne pouvoit ni savoir ni prévoir, il n'y seroit pas arrivé, et peut-être ce grand pays seroit-il inconnu. Cette conjecture est d'autant mieux fondée, que Colomb, quoique le plus habile navigateur de son siècle, fut saisi de frayeur et d'étonnement dans son second voyage au Nouveau-Monde; car, comme la première fois il n'avoit trouvé que des îles, il dirigea sa route plus au midi pour tâcher de découvrir une terre ferme, et il fut arrêté par les courans, dont l'étendue considérable, et la direction toujours opposée à sa route, l'obligèrent à retourner pour chercher terre à l'occident : il s'imaginoit que ce qui l'avoit empêché d'avancer du côté du midi n'étoit pas des courans, mais que la mer alloit en s'élevant vers le ciel, et que peut-être l'un et l'autre se touchoient du côté du midi; tant il est vrai que dans les trop grandes entreprises, la plus petite circonstance malheureuse peut tourner la tête et abattre le courage [2].

1. Voyez l'*Histoire de Saint-Domingue*, par le P. Charlevoix, tome I, pages 66 et suivantes.

2. Sur ce que j'ai dit de la découverte de l'Amérique, un critique, plus judicieux que l'auteur des *Lettres à un Américain*, m'a reproché l'espèce de tort que je fais à la mémoire d'un aussi grand homme que Christophe Colomb. *C'est*, dit-il, *le confondre avec ses matelots, que de penser qu'il a pu croire que la mer s'élevoit vers le ciel, et que peut-être l'un et l'autre se touchoient du côté du midi.* Je souscris de bonne grâce à cette critique, qui me paroît juste : j'aurois dû atténuer ce fait, que j'ai tiré de quelque relation; car il est à présumer que ce grand navigateur devoit avoir une notion très-distincte de la figure du globe, tant par ses propres voyages que par ceux des Portugais au cap de Bonne-Espérance et aux Indes orientales. Cependant on sait que Colomb, lorsqu'il fut arrivé aux terres du nouveau continent, se croyoit peu éloigné de celles de l'orient de l'Asie. Comme l'on n'avoit pas encore fait le tour du monde, il ne pouvoit en connoître la circonférence, et ne jugeoit pas la terre aussi étendue qu'elle l'est en effet. D'ailleurs, il faut avouer que ce premier navigateur vers l'occident ne pouvoit qu'être étonné de voir qu'au dessous des Antilles il ne lui étoit pas possible de gagner les plages du midi, et qu'il étoit continuellement repoussé. Cet obstacle subsiste encore aujourd'hui; on ne peut aller des Antilles à la Guiane dans aucune saison, tant les courans sont rapides et constamment dirigés de la Guiane à ces îles. Il faut deux mois pour le retour, tandis qu'il ne faut que cinq ou six jours pour venir de la Guiane aux Antilles; pour retourner, on est obligé de prendre le large à une très-grande distance du côté de notre continent, d'où l'on dirige sa navigation vers la terre ferme de l'Amérique méridionale. Ces courans rapides et constans de la Guiane aux Antilles

ARTICLE VII.

Sur la production des couches ou lits de terre.

Nous avons fait voir dans l'article premier, qu'en vertu de l'attraction démontrée mutuelle entre les parties de la matière, et en vertu de la force centrifuge qui résulte du mouvement de rotation sur son axe, la terre a nécessairement pris la forme d'un sphéroïde dont les diamètres diffèrent d'une 230ᵉ partie, et que ce ne peut être que par les changemens arrivés à la surface et causés par les mouvemens de l'air et des eaux, que cette différence a pu devenir plus grande, comme on prétend le conclure par les mesures prises à l'équateur et au cercle polaire. Cette figure de la terre, qui s'accorde si bien avec les lois de l'hydrostatique et avec notre théorie, suppose que le globe a été dans un état de liquéfaction dans le temps qu'il a pris sa forme, et nous avons prouvé que le mouvement de projection et celui de rotation ont été imprimés en même temps par une même impulsion. On se persuadera facilement que la terre a été dans un état de liquéfaction produite par le feu, lorsqu'on fera attention à la nature des matières que renferme le globe, dont la plus grande partie, comme les sables et les glaises, sont des matières vitrifiées ou vitrifiables, et lorsque d'un autre côté on réfléchira sur l'impossibilité qu'il y a que la terre ait jamais pu se trouver dans un état de fluidité produite par les eaux, puisqu'il y a infiniment plus de terre que d'eau, et que d'ailleurs l'eau n'a pas la puissance de dissoudre les sables, les pierres, et les autres matières dont la terre est composée.

Je vois donc que la terre n'a pu prendre sa figure que dans le temps où elle a été liquéfiée par le feu; et en suivant notre hypothèse, je conçois qu'au sortir du soleil, la terre n'avoit d'autre forme que celle d'un torrent de matières fondues et de vapeurs enflammées; que ce torrent se rassembla par l'attraction mutuelle des parties, et devint un globe auquel le mouvement de rotation donna la figure d'un sphéroïde; et lorsque la terre fut refroidie, les vapeurs qui s'étoient d'abord étendues, comme nous voyons s'étendre les queues des comètes, se condensèrent peu à peu, tombèrent en eau

sont si violens, qu'on ne peut les surmonter à l'aide du vent, et comme cela est sans exemple dans la mer Atlantique, il n'est pas surprenant que Colomb, qui cherchoit à vaincre ce nouvel obstacle, et qui, malgré toutes les ressources de son génie et de ses connoissances dans l'art de la navigation, ne pouvoit avancer vers des plages du midi, ait pensé qu'il y avoit quelque chose de très-extraordinaire, et peut-être une élévation plus grande dans cette partie de la mer que dans aucune autre; car ces courans de la Guiane aux Antilles coulent réellement avec autant de rapidité que s'ils descendoient d'un lieu plus élevé pour arriver à un endroit plus bas.

Les rivières dont le mouvement peut causer les courans de Cayenne aux Antilles, sont:

1° Le fleuve des Amazones, dont l'impétuosité est très-grande, l'embouchure large de soixante-dix lieues, et la direction plus au nord qu'au sud.

2° La rivière Ouassa, rapide et dirigée de même, et d'à peu près une lieue d'embouchure.

3° L'Oyapok, encore plus rapide que l'Ouassa, et venant de plus loin, avec une embouchure à peu près égale.

4° L'Aprouak, à peu près de même étendue de cours et d'embouchure que l'Ouassa.

5° La rivière Kaw, qui est plus petite, tant de cours que d'embouchure, mais très-rapide, quoiqu'elle ne vienne que d'une savane noyée à vingt-cinq ou trente lieues de la mer.

6° L'Oyak, qui est une rivière très-considérable, qui se sépare en deux branches à son embouchure pour former l'île de Cayenne. Cette rivière Oyak en reçoit une autre à vingt ou vingt-cinq lieues de distance, qu'on appelle l'Oraput, laquelle est très-impétueuse. et qui prend sa source dans une montagne de rochers, d'où elle descend par des torrens très-rapides.

7. L'un des bras de l'Oyak se réunit près de son embouchure avec la rivière de Cayenne, et ces deux rivières réunies ont plus d'une lieue de largeur; l'autre bras de l'Oyak n'a guère qu'une demi-lieue.

8° La rivière de Kourou, qui est très-rapide, et qui a plus d'une demi-lieue de largeur vers son embouchure, sans compter le Macousia, qui ne vient pas de loin, mais qui ne laisse pas de fournir beaucoup d'eau.

9° Le Sinamari, dont le lit est assez serré, mais qui est d'une grande impétuosité, et qui vient de fort loin.

10° Le fleuve Maroni, dans lequel on a remonté très-haut, quoiqu'il soit de la plus grande rapidité. Il a plus d'une lieue d'embouchure, et c'est, après l'Amazone, le fleuve qui fournit la plus grande quantité d'eau. Son embouchure est nette, au lieu que les embouchures de l'Amazone et de l'Orénoque sont semées d'une grande quantité d'îles.

11° Les rivières de Surinam, de Berbiché et d'Esséquebo, et quelques autres, jusqu'à l'Orénoque, qui, comme l'on sait, est un fleuve très grand. Il paroît que c'est de leurs limons accumulés et des terres que ces rivières ont entraînées des montagnes, que sont formées toutes les parties basses de ce vaste continent, dans le milieu duquel on ne trouve que quelques montagnes, dont la plupart ont été des volcans, et qui sont trop peu élevées pour que les neiges et les glaces puissent couvrir leurs sommets.

Il paroît donc que c'est par le concours de tous les courans de ce grand nombre de fleuves que s'est formé le courant général de la mer depuis Cayenne jusqu'aux Antilles, ou plutôt depuis l'Amazone; et ce courant général dans ces parages s'étend peut-être à plus de soixante lieues de distance de la côte orientale de la Guiane. (*Add. Buff.*)

sur la surface du globe, et déposèrent en même temps un limon mêlé de matières sulfureuses et salines, dont une partie s'est glissée par le mouvement des eaux dans les fentes perpendiculaires, où elle a produit les métaux et les minéraux, et le reste est demeuré à la surface de la terre et a produit cette terre rougeâtre qui forme la première couche de la terre, et qui, suivant les différens lieux, est plus ou moins mêlée de particules animales ou végétales réduites en petites molécules dans lesquelles l'organisation n'est plus sensible.

Ainsi, dans le premier état de la terre, le globe étoit, à l'intérieur, composé d'une matière vitrifiée, comme je crois qu'il l'est encore aujourd'hui; au dessus de cette matière vitrifiée se sont trouvées les parties que le feu aura le plus divisées, comme les sables, qui ne sont que des fragmens de verre; et au dessus de ces sables, les parties les plus légères, les pierres ponces, les écumes, et les scories de la matière vitrifiée, ont surnagé et ont formé les glaises et les argiles : le tout étoit recouvert d'une couche d'eau[1] de 5 ou 600 pieds d'épaisseur, qui fut produite par la condensation des vapeurs, lorsque le globe commença à se refroidir; cette eau déposa partout une couche limoneuse, mêlée de toutes les matières qui peuvent se sublimer et s'exhaler par la violence du feu, et l'air fut formé des vapeurs les plus subtiles qui se dégagèrent des eaux par leur légèreté, et les surmontèrent.

Tel étoit l'état du globe, lorsque l'action du flux et reflux, celle des vents et de la chaleur du soleil, commencèrent à altérer la surface de la terre. Le mouvement diurne, et celui du flux et reflux, élevèrent d'abord les eaux sous les climats méridionaux : ces eaux entraînèrent et portèrent vers l'équateur le limon, les glaises, les sables; et en élevant les parties de l'équateur, elles abaissèrent peut-être peu à peu celles des pôles, de cette différence d'environ deux lieues dont nous avons parlé : car les eaux brisèrent bientôt et réduisirent en poussière les pierres ponces et les autres parties spongieuses de la matière vitrifiée qui étoient à la surface; elles creusèrent des profondeurs, et élevèrent des hauteurs qui, dans la suite, sont devenues des continens; et elles produisirent toutes les inégalités que nous remarquons à la surface de la terre, et qui sont plus considérables vers l'équateur que partout ailleurs : car les plus hautes montagnes sont entre les tropiques et dans le milieu des zones tempérées ; et les plus basses sont au cercle polaire et au delà, puisque l'on a, entre les tropiques, les Cordilières, et presque toutes les montagnes du Mexique et du Brésil, les montagnes de l'Afrique, savoir: le grand et le petit Atlas, les monts de la Lune, etc., et que d'ailleurs les terres qui sont entre les tropiques sont les plus inégales de tout le globe, aussi bien que les mers, puisqu'il se trouve entre les tropiques beaucoup plus d'îles que partout ailleurs ; ce qui fait voir évidemment que les plus grandes inégalités de la terre se trouvent en effet dans le voisinage de l'équateur.

Quelque indépendante que soit ma théorie de cette hypothèse sur ce qui s'est passé dans le temps de ce premier état du globe, j'ai été bien aise d'y remonter dans cet article, afin de faire voir la liaison et la possibilité du système que j'ai proposé, et dont j'ai donné le précis dans l'article premier: on doit seulement remarquer que ma théorie, qui fait le texte de cet ouvrage, ne part pas de si loin; que je prends la terre dans un état à peu près semblable à celui où nous la voyons, et que je ne me sers d'aucune des suppositions qu'on est obligé d'employer lorsqu'on veut raisonner sur l'état passé du globe terrestre : mais, comme je donne ici une nouvelle idée au sujet du limon des eaux, qui, selon moi, a formé la première couche de terre qui enveloppe le globe, il me paroît nécessaire de donner aussi les raisons sur lesquelles je fonde cette opinion. Les vapeurs qui s'élèvent dans l'air produisent les pluies, les rosées, les feux aériens, les tonnerres et les autres météores; ces vapeurs sont donc mêlées de particules aqueuses, aériennes, sulfureuses, terrestres, etc., et ce sont ces particules solides et terrestres qui forment le limon dont nous voulons parler. Lorsqu'on laisse déposer de l'eau de pluie, il se forme un sédiment au fond; lorsqu'après avoir ramassé une assez grande quantité de rosée, on la laisse déposer et se corrompre, elle produit une espèce de limon qui tombe au fond du vase: ce limon est même fort abondant, et la rosée en produit beaucoup plus que l'eau de pluie; il est gras, onctueux et rougeâtre.

La première couche qui enveloppe le globe de la terre est composée de ce limon avec des parties de végétaux ou d'animaux détruits, ou bien avec des particules pierreuses ou sablonneuses. On peut remarquer presque partout que la terre labourable est

1. Cette opinion, que la terre a été entièrement couverte d'eau, est celle de quelques philosophes anciens, et même de la plupart des Pères de l'Église.

rougeâtre et mêlée plus ou moins de ces différentes matières. Les particules de sable ou de pierre qu'on y trouve sont de deux espèces, les unes grossières et massives, les autres plus fines et quelquefois impalpables : les plus grosses viennent de la couche inférieure, dont on les détache en labourant et en travaillant la terre; ou bien le limon supérieur, en se glissant et en pénétrant dans la couche inférieure qui est de sable ou d'autres matières divisées, forme ces terres qu'on appelle des sables gras : les autres parties pierreuses qui sont plus fines, viennent de l'air, tombent comme les rosées et les pluies, et se mêlent intimement au limon; c'est proprement le résidu de la poussière que l'air transporte, que les vents enlèvent continuellement de la surface de la terre, et qui retombe ensuite, après s'être imbibé de l'humide de l'air. Lorsque le limon domine, qu'il se trouve en grande quantité, et qu'au contraire les parties pierreuses et sablonneuses sont en petit nombre, la terre est rougeâtre, pétrissable, et très-fertile; si elle est en même temps mêlée d'une quantité considérable de végétaux ou d'animaux détruits, la terre est noirâtre, et souvent elle est encore plus fertile que la première : mais si le limon n'est qu'en petite quantité, aussi bien que les parties végétales ou animales, alors la terre est blanche et stérile; et lorsque les parties sablonneuses, pierreuses, ou crétacées, qui composent ces terres stériles et dénuées de limon, sont mêlées d'une assez grande quantité de parties de végétaux ou d'animaux détruits, elles forment les terres noires et légères qui n'ont aucune liaison et peu de fertilité; en sorte que, suivant les différentes combinaisons de ces trois différentes matières, du limon, des parties d'animaux et de végétaux, et des particules de sable et de pierre, les terres sont plus ou moins fécondes et différemment colorées. Nous expliquerons en détail, dans notre discours sur les végétaux, tout ce qui a rapport à la nature et à la qualité des différentes terres; mais ici nous n'avons d'autre but que celui de faire entendre comment s'est formée cette première couche qui enveloppe le globe, et qui provient du limon des eaux.

Pour fixer les idées, prenons le premier terrain qui se présente, et dans lequel on a creusé assez profondément; par exemple, le terrain de Marly-la-Ville, où les puits sont très-profonds : c'est un pays élevé, mais plat et fertile, dont les couches de terre sont arrangées horizontalement. J'ai fait venir des échantillons de toutes ces couches, que M. Dalibard, habile botaniste, et versé d'ailleurs dans toutes les parties des sciences, a bien voulu faire prendre sous ses yeux, et après avoir éprouvé toutes ces matières à l'eau-forte, j'en ai dressé la table suivante :

État des différens lits qui se trouvent à Marly-la-Ville, jusqu'à cent pieds de profondeur [1].

	pi.	po.
1° Terre franche rougeâtre, mêlée de beaucoup de limon, d'une très-petite quantité de sable vitrifiable, et d'une quantité un peu plus considérable de sable calcinable, que j'appelle *gravier*	13	
2° Terre franche ou limon mêlé de plus de gravier et d'un peu plus de sable vitrifiable	2	6
3° Limon mêlé de sable vitrifiable en assez grande quantité, et qui ne faisoit que très-peu d'effervescence avec l'eau-forte	3	
4° Marne dure qui faisoit une grande effervescence avec l'eau-forte	2	
5° Pierre marneuse assez dure	4	
6° Marne en poudre, mêlée de sable vitrifiable	5	
7° Sable très-fin, vitrifiable	1	6
8° Marne en terre, mêlée d'un peu de sable vitrifiable	3	6
9° Marne dure dans laquelle on trouve du vrai caillou qui est de la pierre à fusil parfaite	3	6
10° Gravier ou poussière de marne	1	
11° Églantine, pierre de la durcté et du grain du marbre, et qui est sonnante	1	6
12° Gravier marneux	1	6
13° Marne en pierre dure, dont le grain est fort fin	1	6
14° Marne en pierre, dont le grain n'est pas si fin	1	6
15° Marne encore plus grenue et plus grossière	2	6
16° Sable vitrifiable très-fin, mêlé de coquilles de mer fossiles, qui n'ont aucune adhérence avec le sable, et qui ont encore leurs couleurs et leurs vernis naturels	1	6
17° Gravier très-menu, ou poussière fine de marne	2	
18° Marne en pierre dure	3	6
19° Marne en poudre assez grossière	1	6
20° Pierre dure et calcinable comme le marbre	1	
21° Sable gris, vitrifiable, mêlé de coquilles fossiles, et surtout de beaucoup d'huîtres et de spondyles, qui n'ont aucune adhérence avec le sable, et qui ne sont nullement pétrifiés	3	
22° Sable blanc, vitrifiable, mêlé des mêmes coquilles	2	
	62	

1. La fouille a été faite pour un puits, dans un terrain qui appartient actuellement à M. de Pommery.

		pi.	po.
	De l'autre part	62	
23°	Sable rayé de rouge et de blanc, vitrifiable, et mêlé des mêmes coquilles..	1	
24°	Sable plus gros, mais toujours vitrifiable, et mêlé des mêmes coquilles...	1	
25°	Sable gris, fin, vitrifiable et mêlé des mêmes coquilles	8	6
26°	Sable gras, très-fin, où il n'y a plus que quelques coquilles	3	
27°	Grès	3	
28°	Sable vitrifiable, rayé de rouge et de blanc	4	
29°	Sable blanc, vitrifiable	3	6
30°	Sable vitrifiable, rougeâtre	15	
	Profondeur où l'on a cessé de creuser..	101 pi.	

J'ai dit que j'avois éprouvé toutes ces matières à l'eau-forte, parce que quand l'inspection et la comparaison des matières avec d'autres qu'on connoît ne suffisent pas pour qu'on soit en état de les dénommer, et de les ranger dans la classe à laquelle elles appartiennent, et qu'on a peine à se décider par la simple observation, il n'y a pas de moyen plus prompt, et peut-être plus sûr, que d'éprouver avec l'eau-forte les matières terreuses ou lapidifiques : celles que les esprits acides dissolvent sur le champ avec chaleur et ébullition, sont ordinairement calcinables; celles, au contraire, qui résistent à ces esprits, et sur lesquelles ils ne font aucune impression, sont vitrifiables.

On voit par cette énumération, que le terrain de Marly-la-Ville a été autrefois un fond de mer qui s'est élevé au moins de 75 pieds, puisqu'on trouve des coquilles à cette profondeur de 75 pieds. Ces coquilles ont été transportées par le mouvement des eaux en même temps que le sable où on les trouve; et le tout est tombé en forme de sédimens qui se sont arrangés de niveau, et qui ont produit les différentes couches de sable gris, blanc, rayé de blanc et de rouge, etc., dont l'épaisseur totale est de 15 ou 18 pieds : toutes les autres couches supérieures jusqu'à la première ont été de même transportées par le mouvement des eaux de la mer, et déposées en forme de sédimens, comme on ne peut en douter, tant à cause de la situation horizontale des couches, qu'à cause des différens lits de sable mêlé de coquilles, et de ceux de marne, qui ne sont que des débris, ou plutôt des détrimens de coquilles; la dernière couche elle-même a été formée presque en entier par le limon dont nous avons parlé, qui s'est mêlé avec une partie de la marne qui étoit à la surface.

J'ai choisi cet exemple comme le plus désavantageux à notre explication, parce qu'il paroît d'abord fort difficile de concevoir que le limon de l'air et celui des pluies des rosées aient pu produire une couche de terre franche épaisse de 13 pieds : mais on doit observer d'abord qu'il est très-rare de trouver, surtout dans les pays un peu élevés, une épaisseur de terre labourable aussi considérable; ordinairement les terres ont trois ou quatre pieds, et souvent elles n'ont pas un pied d'épaisseur. Dans les plaines environnées de collines, cette épaisseur de bonne terre est plus grande, parce que les pluies détachent les terres de ces collines, et les entraînent dans les vallées; mais en ne supposant ici rien de tout cela, je vois que les dernières couches formées par les eaux de la mer sont des lits de marne fort épais : il est naturel d'imaginer que cette marne avoit au commencement une épaisseur encore plus grande, et que des 13 pieds qui composent l'épaisseur de la couche supérieure, il y en avait plusieurs de marne lorsque la mer a abandonné ce pays et a laissé le terrain à découvert. Cette marne, exposée à l'air, se sera fondue par les pluies; l'action de l'air et la chaleur du soleil y aura produit des gerçures, de petites fentes, et elle aura été altérée par toutes ces causes extérieures, au point de devenir une matière divisée et réduite en poussière à la surface, comme nous voyons la marne que nous tirons de la carrière, tomber en poudre lorsqu'on la laisse exposée aux injures de l'air : la mer n'aura pas quitté ce terrain si brusquement qu'elle ne l'ait encore recouvert quelquefois, soit par les alternatives du mouvement des marées, soit par l'élévation extraordinaire des eaux dans les gros temps, et elle aura mêlé avec cette couche de marne, de la vase, de la boue, et d'autres matières limoneuses; lorsque le terrain se sera enfin trouvé tout à fait élevé au dessus des eaux, les plantes auront commencé à y croître, et c'est alors que le limon des pluies et des rosées aura peu à peu coloré et pénétré cette terre, et lui aura donné un premier degré de fertilité, que les hommes auront bientôt augmenté par la culture, en travaillant et divisant la surface, et donnant ainsi au limon des rosées et des pluies la facilité de pénétrer plus avant; ce qui à la fin aura produit cette couche de terre franche de 13 pieds d'épaisseur.

Je n'examinerai point ici si la couleur rougeâtre des terres végétales, qui est aussi celle du limon de la rosée et des pluies, ne vient pas du fer qui y est contenu; ce

point, qui ne laisse pas d'être important, sera discuté dans notre discours sur les minéraux; il nous suffit d'avoir exposé notre façon de concevoir la formation de la couche superficielle de la terre; et nous allons prouver par d'autres exemples, que la formation des couches intérieures ne peut être que l'ouvrage des eaux.

La surface du globe, dit Woodward, cette couche extérieure sur laquelle les hommes et les animaux marchent, qui sert de magasin pour la formation des végétaux et des animaux, est, pour la plus grande partie, composée de matière végétale ou animale, qui est dans un mouvement et dans un changement continuel. Tous les animaux et les végétaux qui ont existé depuis la création du monde, ont toujours tiré successivement de cette couche la matière qui a composé leur corps, et ils ont rendu à leur mort cette matière empruntée : elle y reste, toujours prête à être reprise de nouveau, et à servir pour former d'autres corps de la même espèce, successivement sans jamais discontinuer; car la matière qui compose un corps est propre et naturellement disposée pour en former un autre de cette espèce [1]. Dans les pays inhabités, dans les lieux où on ne coupe pas les bois, où les animaux ne broutent pas les plantes, cette couche de terre végétale s'augmente assez considérablement avec le temps; dans tous les bois, et même dans ceux qu'on coupe, il y a une couche de terreau de 6 ou 8 pouces d'épaisseur, qui n'a été formée que par les feuilles, les petites branches et les écorces qui se sont pourries. J'ai souvent observé sur un ancien grand chemin fait, dit-on, du temps des Romains, qui traverse la Bourgogne dans une longue étendue de terrain, qu'il s'est formé sur les pierres dont ce grand chemin est construit, une couche de terre noire de plus d'un pied d'épaisseur, qui nourrit actuellement des arbres d'une hauteur assez considérable; et cette couche n'est composée que d'un terreau noir formé par les feuilles, les écorces et les bois pourris. Comme les végétaux tirent pour leur nourriture beaucoup plus de substance de l'air et de l'eau qu'ils n'en tirent de la terre, il arrive qu'en pourrissant ils rendent à la terre plus qu'ils n'en ont tiré. D'ailleurs une forêt détermine les eaux de la pluie en arrêtant les vapeurs : ainsi, dans un bois qu'on conserveroit bien longtemps sans y toucher, la couche de terre qui sert à la végétation augmenteroit considérablement. Mais les animaux rendant moins à la terre qu'ils n'en tirent, et les hommes faisant des consommations énormes de bois et de plantes pour le feu et pour d'autres usages, il s'ensuit que la couche de terre végétale d'un pays habité doit toujours diminuer et devenir enfin comme le terrain de l'Arabie pétrée, et comme celui de tant d'autres provinces de l'Orient, qui est en effet le climat le plus anciennement habité, où l'on ne trouve que du sel et des sables; car le sel fixe des plantes et des animaux reste, tandis que toutes les autres parties se volatilisent.

Après avoir parlé de cette couche de terre extérieure que nous cultivons, il faut examiner la position et la formation des couches intérieures. La terre, dit Woodward, paroît, en quelque endroit qu'on la creuse, composée de couches placées l'une sur l'autre, comme autant de sédimens qui seroient tombés successivement au fond de l'eau : les couches qui sont les plus enfoncées, sont ordinairement les plus épaisses; et celles qui sont sur celles-ci, sont les plus minces par degrés jusqu'à la surface. On trouve des coquilles de mer, des dents, des os des poissons, dans ces différentes couches; il s'en trouve non seulement dans les couches molles, comme dans la craie, l'argile et la marne, mais même dans les couches les plus solides et les plus dures, comme dans celles de pierre, de marbre, etc. Ces productions marines sont incorporées avec la pierre; et lorsqu'on la rompt et qu'on en sépare la coquille, on observe toujours que la pierre a reçu l'empreinte ou la forme de la surface avec tant d'exactitude, qu'on voit que toutes les parties étoient exactement contiguës et appliquées à la coquille. « Je me suis assuré, dit cet auteur, qu'en France, en Flandre, en Hollande, en Espagne, en Italie, en Allemagne, en Danemarck, en Norwége et en Suède, la pierre et les autres substances terrestres sont disposées par couches, de même qu'en Angleterre; que ces couches sont divisées par des fentes parallèles; qu'il y a au dedans des pierres et des autres substances terrestres et compactes, une grande quantité de coquillages, et d'autres productions de la mer, disposées de la même manière que dans cette île [2]. J'ai appris que ces couches se trouvoient de

1. Voyez *Essai sur l'Hist. naturelle*, etc., p. 136.

2. En Angleterre.

même en Barbarie, en Égypte, en Guinée, et dans les autres parties de l'Afrique, dans l'Arabie, la Syrie, la Perse, le Malabar, la Chine, et les autres provinces de l'Asie, à la Jamaïque, aux Barbades, en Virginie, dans la Nouvelle-Angleterre, au Brésil, au Pérou, et dans les autres parties de l'Amérique[1]. »

Cet auteur ne dit pas comment et par qui il a appris que les couches de la terre au Pérou contenoient des coquilles. Cependant, comme en général ses observations sont exactes, je ne doute pas qu'il n'ait été bien informé; et c'est ce qui me persuade qu'on doit trouver des coquilles au Pérou dans les couches de terre, comme on en trouve partout ailleurs. Je fais cette remarque à l'occasion d'un doute qu'on a formé depuis peu sur cela, et dont je parlerai tout à l'heure.

Dans une fouille que l'on fit à Amsterdam pour faire un puits, on creusa jusqu'à 232 pieds de profondeur, et on trouva les couches de terres suivantes : 7 pieds de terre végétale ou terre de jardin, 9 pieds de tourbe, 9 pieds de glaise molle, 8 pieds d'arène, 4 de terre, 10 d'argile, 4 de terre, 10 pieds d'arène, sur laquelle on a coutume d'appuyer les pilotis qui soutiennent les maisons d'Amsterdam; ensuite 2 pieds d'argile, 4 de sablon blanc, 5 de terre sèche, 1 de terre molle, 14 d'arène, 8 d'argile mêlée d'arène, 4 d'arène mêlée de coquilles; ensuite une épaisseur de 100 et 2 pieds de glaise; et enfin 31 pieds de sable, où l'on cessa de creuser[2].

Il est rare qu'on fouille aussi profondément sans trouver de l'eau, et ce fait est remarquable en plusieurs choses : 1° il fait voir que l'eau de la mer ne communique pas dans l'intérieur de la terre par voie de filtration ou de stillation, comme on le croit vulgairement; 2° nous voyons qu'on trouve des coquilles à 100 pieds au dessous de la surface de la terre, dans un pays extrêmement bas, et que par conséquent le terrain de la Hollande a été élevé de 100 pieds par les sédimens de la mer; 3° on peut en tirer une induction que cette couche de glaise épaisse de 102 pieds, et la couche de sable qui est au dessous, dans laquelle on a fouillé à 31 pieds, et dont l'épaisseur entière est inconnue, ne sont peut-être pas fort éloignées de la première couche de la vraie terre ancienne et originaire, telle qu'elle étoit dans le temps de sa première formation, et avant que le mouvement des eaux eût changé sa surface. Nous avons dit, dans l'article premier, que si l'on vouloit trouver la terre ancienne, il faudroit creuser dans les pays du Nord plutôt que vers l'équateur, dans les plaines basses plutôt que dans les montagnes ou dans les terres élevées. Ces conditions se trouvent à peu près rassemblées ici; seulement il auroit été à souhaiter qu'on eût continué cette fouille à une plus grande profondeur, et que l'auteur nous eût appris s'il n'y avoit pas de coquilles ou d'autres productions marines dans cette couche de glaise de 102 pieds d'épaisseur, et dans celle de sable qui étoit au dessous. Cet exemple confirme ce que nous avons dit, savoir, que plus on fouille dans l'intérieur de la terre, plus on trouve des couches épaisses; ce qui s'explique fort naturellement dans notre théorie.

Non seulement la terre est composée de couches parallèles et horizontales dans les plaines et dans les collines, mais les montagnes mêmes sont en général composées de la même façon : on peut dire que ces couches y sont plus apparentes que dans les plaines, parce que les plaines sont ordinairement recouvertes d'une quantité assez considérable de sable et de terre que les eaux y ont amenés; et pour trouver les anciennes couches il faut creuser plus profondément dans les plaines que dans les montagnes.

J'ai souvent observé que lorsqu'une montagne est égale, et que son sommet est de niveau, les couches ou lits de pierre qui la composent sont aussi de niveau; mais si le sommet de la montagne n'est pas posé horizontalement, et s'il penche vers l'orient ou vers tout autre côté, les couches de pierre penchent aussi du même côté. J'avois ouï dire à plusieurs personnes que pour l'ordinaire les bancs ou lits des carrières penchent un peu du côté du levant : mais ayant observé moi-même toutes les carrières et toutes les chaînes de rochers qui se sont présentées à mes yeux, j'ai reconnu que cette opinion est fausse, et que les couches ou bancs de pierre ne penchent du côté du levant que lorsque le sommet de la colline penche de ce même côté; et qu'au contraire, si le sommet s'abaisse du côté du nord, du midi, du couchant, ou de tout autre côté, les lits de pierre penchent aussi du côté du nord, du midi, du couchant, etc. Lorsqu'on tire les pierres et les marbres des carrières, on a grand soin de

1. *Essai sur l'Histoire naturelle de la terre*, p. 40, 41, 42, etc.
2. Voyez *Varenii Geograph. general.*, p. 46.

les séparer suivant leur position naturelle, et on ne pourrait pas même les avoir en grand volume si on voulait les couper dans un autre sens. Lorsqu'on les emploie, il faut, pour que la maçonnerie soit bonne, et pour que les pierres durent long-temps, les poser sur leur *lit de carrière* (c'est ainsi que les ouvriers appellent la couche horizontale). Si, dans la maçonnerie, les pierres étoient posées sur un autre sens, elles se fendroient et ne résisteroient pas aussi long-temps au poids dont elles sont chargées. On voit bien que ceci confirme que les pierres se sont formées par couches parallèles et horizontales, qui se sont successivement accumulées les unes sur les autres, et que ces couches ont composé des masses dont la résistance est plus grande dans ce sens que dans tout autre.

Au reste, chaque couche, soit qu'elle soit horizontale ou inclinée, a, dans toute son étendue, une épaisseur égale; c'est-à-dire, chaque lit d'une matière quelconque, pris à part, a une épaisseur égale dans toute son étendue : par exemple, lorsque, dans une carrière, le lit de pierre dure a trois pieds d'épaisseur en un endroit, il a ces 3 pieds d'épaisseur partout; s'il a 6 pieds d'épaisseur en un endroit, il en a 6 partout. Dans les carrières autour de Paris, le lit de bonne pierre n'est pas épais, et il n'a guère que 18 à 20 pouces d'épaisseur partout; dans d'autres carrières, comme en Bourgogne, la pierre a beaucoup plus d'épaisseur. Il en est de même des marbres : ceux dont le lit est le plus épais sont les marbres blancs et noirs; ceux de couleur sont ordinairement plus minces; et je connois des lits d'une pierre fort dure, et dont les paysans se servent en Bourgogne pour couvrir leurs maisons, qui n'ont qu'un pouce d'épaisseur. Les épaisseurs des différens lits sont donc différentes; mais chaque lit conserve la même épaisseur dans toute son étendue. En général, on peut dire que l'épaisseur des couches horizontales est tellement variée, qu'elle va depuis une ligne et moins encore, jusqu'à 1, 10, 20, 30 et 100 pieds d'épaisseur. Les carrières anciennes et nouvelles qui sont creusées horizontalement, les boyaux des mines, et les coupes à-plomb, en long et en travers, de plusieurs montagnes, prouvent qu'il y a des couches qui ont beaucoup d'étendue en tous sens. « Il est bien prouvé, dit l'historien de l'Académie, que toutes les pierres ont été une pâte molle; et comme il y a des carrières presque partout, la surface de la terre a donc été dans tous ces lieux, du moins jusqu'à une certaine profondeur, une vase et une bourbe. Les coquillages qui se trouvent dans presque toutes les carrières, prouvent que cette vase étoit une terre détrempée par de l'eau de la mer; et par conséquent la mer a couvert tous ces lieux-là, et elle n'a pu les couvrir sans couvrir aussi tout ce qui étoit de niveau ou plus bas, et elle n'a pu couvrir tous les lieux où il y a des carrières, et tous ceux qui sont de niveau ou plus bas, sans couvrir toute la surface du globe terrestre. Ici l'on ne considère point encore les montagnes, que la mer auroit dû couvrir aussi, puisqu'il s'y trouve toujours des carrières, et souvent des coquillages. Si on les supposoit formées, le raisonnement que nous faisons en deviendroit beaucoup plus fort.

« La mer, continue-t-il, couvroit donc toute la terre; et de là vient que tous les bancs ou lits de pierre qui sont dans les plaines sont horizontaux et parallèles entre eux : les poissons auront été les plus anciens habitans du globe, qui ne pouvoit encore avoir ni animaux terrestres, ni oiseaux. Mais comment la mer s'est-elle retirée dans les creux, dans les vastes bassins qu'elle occupe présentement? Ce qui se présente le plus naturellement à l'esprit, c'est que le globe de la terre, du moins jusqu'à une certaine profondeur, n'étoit pas solide partout, mais entremêlé de quelques grands creux dont les voûtes se sont soutenues pendant un temps, mais enfin sont venues à fondre subitement; alors les eaux seront tombées dans ces creux, les auront remplis et auront laissé à découvert une partie de la surface de la terre, qui sera devenue une habitation convenable aux animaux terrestres et aux oiseaux. Les coquillages des carrières s'accordent fort avec cette idée; car outre qu'il n'a pu se conserver jusqu'à présent dans les terres que des parties pierreuses des poissons, on sait qu'ordinairement les coquillages s'amassent en grand nombre dans certains endroits de la mer, où ils sont comme immobiles et forment des espèces de rochers, et ils n'auront pu suivre les eaux qui les auront subitement abandonnés : c'est par cette dernière raison que l'on trouve infiniment plus de coquillages que d'arêtes ou d'empreintes d'autres poissons; et cela même prouve une chute soudaine de la mer dans ses bassins. Dans le même temps que les voûtes que nous supposons ont fondu, il est fort possible que d'autres parties de la surface du globe se soient éle-

vées; et, par la même cause, ce seront là les montagnes qui se seront placées sur cette surface avec des carrières déjà toutes formées. Mais les lits de ces carrières n'ont pas pu conserver la direction horizontale qu'ils avoient auparavant, à moins que les masses des montagnes ne se fussent élevées précisément selon un axe perpendiculaire à la surface de la terre; ce qui n'a pu être que très-rare : aussi, comme nous l'avons déjà observé en 1708, les lits des carrières des montagnes sont toujours inclinés à l'horizon, mais parallèles entre eux; car ils n'ont pas changé de position les uns à l'égard des autres, mais seulement à l'égard de la surface de la terre [1]. »

Ces couches parallèles, ces lits de terre ou de pierre qui ont été formés par les sédimens des eaux de la mer, s'étendent souvent à des distances tres-considérables, et même on trouve dans les collines séparées par un vallon les mêmes lits, les mêmes matières, au même niveau. Cette observation que j'ai faite s'accorde parfaitement avec celle de l'égalité de la hauteur des collines opposées, dont je parlerai tout à l'heure. On pourra s'assurer aisément de la vérité de ces faits; car dans tous les vallons étroits où l'on découvre des rochers, on verra que les mêmes lits de pierre ou de marbre se trouvent des deux côtés à la même hauteur. Dans une campagne que j'habite souvent et où j'ai beaucoup examiné les rochers et les carrières, j'ai trouvé une carrière de marbre qui s'étend à plus de 12 lieues en longueur, et dont la largeur est fort considérable, quoique je n'aie pas pu m'assurer précisément de cette étendue en largeur. J'ai souvent observé que ce lit de marbre a la même épaisseur partout; et dans des collines séparées de cette carrière par un vallon de 100 pieds de profondeur et d'un quart de lieue de largeur, j'ai trouvé le même lit de marbre à la même hauteur. Je suis persuadé qu'il en est de même de toutes les carrières de pierre ou de marbre où l'on trouve des coquilles, car cette observation n'a pas lieu dans les carrières de grès. Nous donnerons dans la suite les raisons de cette différence, et nous dirons pourquoi le grès n'est pas disposé, comme les autres matières, par lits horizontaux, et qu'il est en blocs irréguliers pour la forme et pour la position.

On a de même observé que les lits de terre sont les mêmes des deux côtés des détroits de la mer : et cette observation, qui est importante, peut nous conduire à reconnoître les terres et les îles qui ont été séparées du continent; elle prouve, par exemple, que l'Angleterre a été séparée de la France, l'Espagne de l'Afrique, la Sicile de l'Italie : et il seroit à souhaiter qu'on eût fait la même observation dans tous les détroits, je suis persuadé qu'on la trouveroit vraie presque partout; et pour commencer par le plus long détroit que nous connoissions, qui est celui de Magellan, nous ne savons pas si les mêmes lits de pierre se trouvent à la même hauteur des deux côtés : mais nous voyons, à l'inspection des cartes particulières de ce détroit, que les deux côtes élevées qui le bornent forment à peu près, comme les montagnes de la terre, des angles correspondans, et que les angles saillans sont opposés aux angles rentrans dans les détours de ce détroit; ce qui prouve que la Terre-de-Feu doit être regardée comme une partie du continent de l'Amérique. Il en est de même du détroit de Forbisher; l'île de Frislande paroît avoir été séparée du continent du Groenland.

Les îles Maldives ne sont séparées les unes des autres que par de petits trajets de mer, de chaque côté desquels se trouvent des bancs et des rochers composés de la même matière : toutes ces îles qui, prises ensemble, ont près de 200 lieues de longueur, ne formoient autrefois qu'une même terre; elles sont divisées en treize provinces, que l'on appelle *atollons*. Chaque atollon contient un grand nombre de petites îles, dont la plupart sont tantôt submergées et tantôt à découvert; mais ce qu'il y a de remarquable, c'est que ces treize atollons sont chacun environnés d'une chaîne de rochers de même nature de pierre, et qu'il n'y a que trois ou quatre ouvertures dangereuses par où on peut entrer dans chaque atollon : ils sont tous posés de suite et bout à bout : et il paroît évidemment que ces îles étoient autrefois une longue montagne couronnée de rochers [2].

Plusieurs auteurs, comme Verstegan, Twine, Sommer, et surtout Campbell dans sa *Description de l'Angleterre*, au chapitre de la province de Kent, donnent des raisons très-fortes pour prouver que l'Angleterre étoit autrefois jointe à la France, et qu'elle en a été séparée par un coup de mer qui, s'étant ouvert cette porte, a laissé à

1. Voyez les *Mémoires de l'Académie*, année 1716, pages 14 et suiv. de l'*Histoire*.

2. Voyez les *Voyages de François Pyrard*, vol. I, Paris, 1719, page 107, etc.

découvert une grande quantité de terres basses et marécageuses tout le long des côtes méridionales de l'Angleterre. Le docteur Wallis fait valoir comme une preuve de ce fait la conformité de l'ancien langage des Gallois et des Bretons ; et il ajoute plusieurs observations que nous rapporterons dans les articles suivans.

Si l'on considère en voyageant la forme des terrains, la position des montagnes et les sinuosités des rivières, on s'apercevra qu'ordinairement les collines opposées sont non seulement composées des mêmes matières, au même niveau, mais même qu'elles sont à peu près également élevées. J'ai observé cette égalité de hauteur dans les endroits où j'ai voyagé, et je l'ai toujours trouvée la même, à très-peu près, des deux côtés, surtout dans les vallons serrés, et qui n'ont tout au plus qu'un quart ou un tiers de lieue de largeur ; car dans les grandes vallées qui ont beaucoup plus de largeur, il est assez difficile de juger exactement de la hauteur des collines et de leur égalité, parce qu'il y a erreur d'optique et erreur de jugement. En regardant une plaine ou tout autre terrain de niveau qui s'étend fort au loin, il paroît s'élever ; et, au contraire, en voyant de loin des collines, elles paroissent s'abaisser. Ce n'est pas ici le lieu de donner la raison mathématique de cette différence. D'autre côté, il est fort difficile de juger, par le simple coup d'œil, où se trouve le milieu d'une grande vallée, à moins qu'il n'y ait une rivière ; au lieu que, dans les vallons serrés, le rapport des yeux est moins équivoque et le jugement plus certain. Cette partie de la Bourgogne qui est comprise entre Auxerre, Dijon, Autun et Bar-sur-Seine, et dont une étendue considérable s'appelle le *bailliage de la Montagne*, est un des endroits les plus élevés de la France : d'un côté de la plupart de ces montagnes, qui ne sont que du second ordre et qu'on ne doit regarder que comme des collines élevées, les eaux coulent vers l'Océan et de l'autre vers la Méditerranée. Il y a des points de partage, comme à Sombernon, Pouilli en Auxois, etc., où on peut tourner les eaux indifféremment vers l'Océan ou vers la Méditerranée. Ce pays élevé est entrecoupé de plusieurs petits vallons assez serrés et presque tous arrosés de gros ruisseaux ou de petites rivières. J'ai mille et mille fois observé la correspondance des angles de ces collines et leur égalité de hauteur ; et je puis assurer que j'ai trouvé partout les angles saillans opposés aux angles rentrans et les hauteurs à peu près égales des deux côtés. Plus on avance dans le pays élevé où sont les points de partage dont nous venons de parler, plus les montagnes ont de hauteur ; mais cette hauteur est toujours la même des deux côtés des vallons, et les collines s'élèvent ou s'abaissent également. En se plaçant à l'extrémité des vallons dans le milieu de la largeur, j'ai toujours vu que le bassin du vallon étoit environné et surmonté de collines dont la hauteur étoit égale. J'ai fait la même observation dans plusieurs autres provinces de France. C'est cette égalité de hauteur dans les collines qui fait les plaines en montagnes ; ces plaines forment, pour ainsi dire, des pays élevés au dessus d'autres pays : mais les hautes montagnes ne paroissent pas être si égales en hauteur ; elles se terminent la plupart en pointes et en pics irréguliers ; et j'ai vu en traversant plusieurs fois les Alpes et l'Apennin, que les angles sont en effet correspondans, mais qu'il est presque impossible de juger à l'œil de l'égalité ou de l'inégalité de hauteur des montagnes opposées, parce que leur sommet se perd dans les brouillards et dans les nues.

Les différentes couches dont la terre est composée ne sont pas disposées suivant l'ordre de leur pesanteur spécifique ; souvent on trouve des couches de matières pesantes posées sur des couches de matières plus légères : pour s'en assurer, il ne faut qu'examiner la nature des terres sur lesquelles portent les rochers, et on verra que c'est ordinairement sur des glaises ou sur des sables qui sont spécifiquement moins pesants que la matière du rocher[1]. Dans

1. J'ai dit que, *dans les collines et dans les autres élévations, on reconnoît facilement la base sur laquelle portent les rochers ; mais qu'il n'en est pas de même des grandes montagnes ; que non seulement leur sommet est de roc vif, de granite*, etc.

J'avoue que cette conjecture, tirée de l'analogie, n'étoit pas assez fondée ; depuis trente-quatre ans que cela est écrit, j'ai acquis des connoissances et recueilli des faits qui m'ont démontré que les grandes montagnes, composées de matières vitrescibles et produites par l'action du feu primitif, tiennent immédiatement à la roche intérieure du globe, laquelle est elle-même un roc vitreux de la même nature : ces grandes montagnes en font partie, et ne sont que les prolongemens ou éminences qui se sont formées à la surface du globe dans le temps de sa consolidation ; on doit donc les regarder comme des parties constitutives de la première masse de la terre, au lieu que les collines et les petites montagnes qui portent sur des argiles, ou sur des sables vitrescibles, ont été formées par un autre élément, c'est-à-dire par le mouvement et le sédiment des eaux dans un temps bien postérieur

les collines et dans les autres petites élévations, on reconnoît facilement la base sur laquelle portent les rochers; mais il n'en est pas de même des grandes montagnes; non seulement le sommet est de rocher, mais ces rochers portent sur d'autres rochers; il y a montagnes sur montagnes et rochers sur rochers, à des hauteurs si considérables, et dans une si grande étendue de terrain, qu'on ne peut guère s'assurer s'il y a de la terre dessous, et de quelle nature est cette terre. On voit des rochers coupés à pic qui ont plusieurs centaines de pieds de hauteur; ces rochers portent sur d'autres qui peut-être n'en ont pas moins. Cependant ne peut-on pas conclure du petit au grand? et puisque les rochers des petites montagnes dont on voit la base portent sur des terres moins pesantes et moins solides que la pierre, ne peut-on pas croire que la base des hautes montagnes est aussi de terre? Au reste, tout ce que j'ai à prouver ici, c'est qu'il a pu arriver naturellement, par le mouvement des eaux, qu'il se soit accumulé des matières plus pesantes au dessus des plus légères, et que si cela se trouve en effet dans la plupart des collines, il est probable que cela est arrivé comme je l'explique dans le texte. Mais quand même on voudroit se refuser à mes raisons, en m'objectant que je ne suis pas bien fondé à supposer qu'avant la formation des montagnes, les matières les plus pesantes étoient au dessous des moins pesantes, je répondrai que je n'assure rien de général à cet égard, parce qu'il y a plusieurs manières dont cet effet a pu se produire, soit que les matières pesantes fussent au dessous ou au dessus, ou placées indifféremment comme nous les voyons aujourd'hui : car pour concevoir comment la mer ayant d'abord formé une montagne de glaise, l'a ensuite couronnée de rochers, il suffit de faire attention que les sédimens peuvent venir successivement de différens endroits, et qu'ils peuvent être de matières différentes; en sorte que, dans un endroit de la mer où les eaux auront déposé d'abord plusieurs sédimens de glaise, il peut très-bien arriver que tout d'un coup, au lieu de glaise, les eaux apportent des sédimens pierreux; et cela, parce qu'elles auront enlevé du fond ou détaché des côtes toute la glaise, et qu'ensuite elles auront attaqué les rochers, ou bien parce que les premiers sédimens venoient d'un endroit, et les seconds d'un autre. Au reste, cela s'accorde parfaitement avec les observations par lesquelles on reconnoît que les lits de terre, de pierre, de gravier, de sable, etc., ne suivent aucune règle dans leur arrangement, ou du moins se trouvent placés indifféremment et comme au hasard les uns au dessus des autres.

Cependant ce hasard même doit avoir des règles, qu'on ne peut connoître qu'en estimant la valeur des probabilités et la vraisemblance des conjectures. Nous avons vu qu'en suivant notre hypothèse sur la formation du globe, l'intérieur de la terre doit être d'une matière vitrifiée, semblable à nos sables vitrifiables, qui ne sont que des fragmens de verre, et dont les glaises sont peut-être les scories ou les parties décomposées. Dans cette supposition, la terre doit être composée dans le centre, et presque jusqu'à la circonférence extérieure, de verre ou d'une manière vitrifiée qui en occupe presque tout l'intérieur; et au dessus de cette matière on doit trouver les sables, les glaises, et les autres scories de cette matière vitrifiée. Ainsi, en considérant la terre dans son premier état, c'étoit d'abord un noyau de verre ou de matière vitrifiée, qui est ou massive comme le verre, ou divisée comme le sable, parce que cela dépend du degré de l'activité du feu qu'elle aura éprouvé; au dessus de cette matière étoient les sables, et enfin les glaises : le limon des eaux et de l'air a produit l'enveloppe extérieure, qui est plus ou moins épaisse suivant la situation du terrain, plus ou moins colorée suivant les différens mélanges du limon, des sables, et des parties d'animaux ou de végétaux détruits, et plus ou moins féconde suivant l'abondance ou la disette de ces mêmes parties. Pour faire voir que cette supposition, au sujet de la formation des sables et des glaises, n'est pas aussi gratuite qu'on pourroit l'imaginer, nous avons cru devoir ajouter à ce que nous venons de dire, quelques remarques particulières.

Je conçois donc que la terre, dans le premier état, étoit un globe, ou plutôt un

à celui de la formation des grandes montagnes produites par le feu primitif. C'est dans ces pointes ou parties saillantes qui forment le noyau des montagnes, que se trouvent les filons des métaux : et ces montagnes ne sont pas les plus hautes de toutes, quoiqu'il y en ait de fort élevées qui contiennent des mines; mais la plupart de celles où on les trouve sont d'une hauteur moyenne, et toutes sont arrangées uniformément, c'est-à-dire par des élévations insensibles qui tiennent à une chaîne de montagnes considérable, et qui sont coupées de temps en temps par des vallées. (*Add. Buff.*)

sphéroïde de matière vitrifiée, de verre, si l'on veut, très-compacte, couvert d'une croûte légère et friable, formée par les scories de la matière en fusion, d'une véritable pierre ponce : le mouvement et l'agitation des eaux et de l'air brisèrent bientôt et réduisirent en poussière cette croûte de verre spongieuse, cette pierre ponce qui étoit à la surface; de là les sables qui, en s'unissant, produisirent ensuite les grès et le roc vif, ou, ce qui est la même chose, les cailloux en grande masse, qui doivent, aussi bien que les cailloux en petite masse, leur dureté, leur couleur ou leur transparence, et la variété de leurs accidens, aux différens degrés de pureté et à la finesse du grain des sables qui sont entrés dans leur composition.

Ces mêmes sables dont les parties constituantes s'unissent par le moyen du feu, s'assimilent et deviennent un corps dur très-dense, et d'autant plus transparent que le sable est plus homogène, exposés, au contraire, long-temps à l'air, se décomposent par la désunion et l'exfoliation des petites lames dont ils sont formés; ils commencent à devenir terre, et c'est ainsi qu'ils ont pu former les glaises et les argiles. Cette poussière, tantôt d'un jaune brillant, tantôt semblable à des paillettes d'argent, dont on se sert pour sécher l'écriture, n'est autre chose qu'un sable très-pur, en quelque façon pourri, presque réduit en ses principes, et qui tend à une décomposition parfaite; avec le temps ces paillettes se seroient atténuées et divisées au point qu'elles n'auroient point eu assez d'épaisseur et de surface pour réfléchir la lumière, et elles auroient acquis toutes les propriétés des glaises. Qu'on regarde au grand jour un morceau d'argile, on y apercevra une grande quantité de ces paillettes talqueuses, qui n'ont pas encore entièrement perdu leur forme. Le sable peut donc, avec le temps, produire l'argile, et celle-ci, en se divisant, acquiert de même les propriétés d'un véritable limon, matière vitrifiable comme l'argile et qui est du même genre.

Cette théorie est conforme à ce qui se passe tous les jours sous nos yeux. Qu'on lave du sable sortant de sa minière, l'eau se chargera d'une assez grande quantité de terre noire, ductile, grasse, de véritable argile. Dans les villes où les rues sont pavées de grès, les boues sont toujours noires et très-grasses, et desséchées elles forment une terre de la même nature que l'argile. Qu'on détrempe et qu'on lave de même de l'argile prise dans un terrain où il n'y a ni grès ni cailloux, il se précipitera toujours au fond de l'eau une assez grande quantité de sable vitrifiable.

Mais ce qui prouve parfaitement que le sable, et même le caillou et le verre, existent dans l'argile et n'y sont que déguisés, c'est que le feu, en réunissant les parties de celle-ci que l'action de l'air et des autres élémens avoit peut-être divisées, lui rend sa première forme. Qu'on mette de l'argile dans un fourneau de réverbère échauffé au degré de la calcination, elle se couvrira au dehors d'un émail très-dur : si à l'intérieur elle n'est pas encore vitrifiée, elle aura cependant acquis une très grande dureté, elle résistera à la lime et au burin, elle étincellera sous le marteau, elle aura enfin toutes les propriétés du caillou; un degré de chaleur de plus la fera couler et la convertira en un véritable verre.

L'argile et le sable sont donc des matières parfaitement analogues et du même genre; si l'argile se condensant peut devenir du caillou, du verre, pourquoi le sable en se divisant ne pourroit-il pas devenir de l'argile? Le verre paroît être la véritable terre élémentaire, et tous les mixtes un verre déguisé; les métaux, les minéraux, les sels, etc., ne sont qu'une terre vitrescible; la pierre ordinaire, les autres matières qui lui sont analogues, et les coquilles des testacés, des crustacés, etc., sont les seules substances qu'aucun agent connu n'a pu jusqu'à présent vitrifier, et les seules qui semblent faire une classe à part[1]. Le feu,

1. J'ai dit que *les matières calcaires sont les seules qu'aucun feu connu n'a pu jusqu'à présent vitrifier, et les seules qui semblent, à cet égard, faire classe à part, toutes les autres matières du globe pouvant être réduites en verre.*

Je n'avois pas fait alors les expériences par lesquelles je me suis assuré, depuis, que les matières calcaires peuvent, comme toutes les autres, être réduites en verre; il ne faut en effet pour cela qu'un feu plus violent que celui de nos fourneaux ordinaires. On réduit la pierre calcaire en verre au foyer d'un bon miroir ardent : d'ailleurs M. d'Arcet, savant chimiste, a fondu du spath calcaire, sans addition d'aucune autre matière, aux fourneaux à faire de la porcelaine de M. le comte de Lauraguais : mais ces opérations n'ont été faites que plusieurs années après la publication de ma *Théorie de la terre*. On savoit seulement que dans les hauts fourneaux qui servent à fondre la mine de fer, le laitier spumeux, blanc et léger, semblable à de la pierre ponce, qui sort de ces fourneaux lorsqu'ils sont trop échauffés, n'est qu'une matière vitrée qui provient de la castine ou matière calcaire qu'on jette au fourneau pour aider à la fusion de la mine de fer : la seule différence qu'il y ait à l'égard de la vitrification entre les matières calcaires et les matières vitrescibles, c'est que celles-ci

en réunissant les parties divisées des premières, en fait une matière homogène, dure et transparente à un certain degré, sans aucune diminution de pesanteur, et à laquelle il n'est plus capable de causer aucune altération ; celles-ci, au contraire, dans lesquelles il entre une plus grande quantité de principes actifs et volatils, et qui se calcinent, perdent au feu plus du tiers de leur poids, et reprennent simplement la forme de terre, sans autre altération que la désunion de leurs principes : ces matières exceptées, qui ne sont pas en grand nombre, et dont les combinaisons ne produisent pas de grandes variétés dans la nature, toutes les autres substances, et particulièrement l'argile, peuvent être converties en verre, et ne sont essentiellement par conséquent qu'un verre décomposé. Si le feu fait changer promptement de forme à ces substances en les vitrifiant, le verre lui-même, soit qu'il ait sa nature de verre, ou bien celle de sable ou de caillou, se change naturellement en argile, mais par un progrès lent et insensible.

Dans les terrains où le caillou ordinaire est la pierre dominante, les campagnes en sont ordinairement jonchées ; et si le lieu est inculte, et que ces cailloux aient été long-temps exposés à l'air sans avoir été remués, leur superficie supérieure est toujours très-blanche, tandis que le côté opposé qui touche immédiatement à la terre, est très-brun et conserve sa couleur naturelle. Si on casse plusieurs de ces cailloux, on reconnoîtra que la blancheur n'est pas seulement au dehors, mais qu'elle pénètre dans l'intérieur plus ou moins profondément, et y forme une espèce de bande, qui n'a dans de certains cailloux que très-peu d'épaisseur, mais qui, dans d'autres, occupe presque toute celle du caillou ; cette partie blanche est un peu grenue, entièrement opaque, aussi tendre que la pierre, et elle s'attache à la langue comme les bols, tandis que le reste du caillou est lisse et poli, qu'il n'a ni fil ni grain, et qu'il a conservé sa couleur naturelle, sa transparence, et sa même dureté. Si on met dans un fourneau ce même caillou à moitié décomposé, sa partie blanche deviendra d'un rouge couleur de tuile, et sa partie brune d'un très-beau blanc. Qu'on ne dise point, avec un de nos plus célèbres naturalistes, que ces pierres sont des cailloux imparfaits de différens âges, qui n'ont pas encore acquis leur perfection ; car pourquoi seroient-ils tous imparfaits? pourquoi le seroient-ils tous du même côté, et du côté qui est exposé à l'air? Il me semble qu'il est aisé de se convaincre que ce sont au contraire des cailloux altérés, décomposés, qui tendent à reprendre la forme et les propriétés de l'argile et du bol dont ils ont été formés. Si c'est conjecturer que de raisonner ainsi, qu'on expose en plein air le caillou le plus caillou (comme parle ce fameux naturaliste), le plus dur et le plus noir, en moins d'une année il changera de couleur à la surface ; et si on a la patience de suivre cette expérience, on lui verra perdre insensiblement et par degrés sa dureté, sa transparence et ses autres caractères spécifiques, et approcher de plus en plus chaque jour de la nature de l'argile.

Ce qui arrive au caillou arrive au sable : chaque grain de sable peut être considéré comme un petit caillou, et chaque caillou, comme un amas de grains de sable extrêmement fins et exactement engrenés. L'exemple du premier degré de décomposition du sable se trouve dans cette poudre brillante, mais opaque, *mica*, dont nous venons de parler, et dont l'argile et l'ardoise sont toujours parsemées ; les cailloux entièrement transparens, *les quarz*, produisent en se décomposant des talcs gras et doux au toucher, aussi pétrissables et ductiles que la glaise, et vitrifiables comme elle, tels que ceux de Venise et de Moscovie ; et il me paroît que le talc est un terme moyen entre le verre ou le caillou transparent et l'argile, au lieu que le caillou grossier et impur, en se décomposant, passe à l'argile sans intermède.

Notre verre factice éprouve aussi la même altération : il se décompose à l'air, il se pourrit en quelque façon en séjournant dans les terres : d'abord sa superficie s'*irise*, s'écaille, s'exfolie, et en le maniant, on s'aperçoit qu'il s'en détache des paillettes brillantes ; mais lorsque sa décomposition est plus avancée, il s'écrase entre les doigts et se réduit en poudre talqueuse très-blanche et très-fine ; l'art a même imité la nature

sont immédiatement vitrifiées par la violente action du feu, au lieu que les matières calcaires passent par l'état de calcination et forment de la chaux avant de se vitrifier ; mais elles se vitrifient comme les autres, même au feu de nos fourneaux, dès qu'on les mêle avec des matières vitrescibles, surtout avec celles qui, comme l'*aubuë*, ou terre limoneuse, coulent le plus aisément au feu. On peut donc assurer, sans crainte de se tromper, que généralement toutes les matières du globe peuvent retourner à leur première origine en se réduisant ultérieurement en verre, pourvu qu'on leur administre le degré de feu nécessaire à leur vitrification. (*Add. Buff.*)

pour la décomposition du verre et du caillou. « Est etiam certa methodus solius aquæ « communis ope silices et arenam in liquo- « rem viscosum, eumdemque in sal viride « convertendi, et hoc in oleum rubicun- « dum, etc. Solius ignis et aquæ ope, spe- « ciali experimento durissimos quosque la- « pides in mucorem resolvo, qui distillatus « subtilem spiritum exhibet et oleum nullis « laudibus prædicabile. »

Nous traiterons ces matières encore plus à fond dans notre discours sur les minéraux, et nous nous contenterons d'ajouter ici que les différentes couches qui couvrent le globe terrestre, étant encore actuellement ou de matières que nous pouvons considérer comme vitrifiées, ou de matières analogues au verre, qui en ont les propriétés les plus essentielles, et qui toutes sont vitrescibles, et que d'ailleurs, comme il est évident que de la décomposition du caillou et du verre qui se fait chaque jour sous nos yeux, il résulte une véritable terre argileuse, ce n'est donc pas une supposition précaire ou gratuite, que d'avancer, comme je l'ai fait, que les glaises, les argiles et les sables, ont été formés par les scories et les écumes vitrifiées du globe terrestre, surtout lorsqu'on y joint les preuves *à priori* que nous avons données pour faire voir qu'il a été dans un état de liquéfaction causée par le feu.

Sur les couches et lits de terre en différens endroits.

* Nous avons quelques exemples des fouilles et des puits, dans lesquels on a observé les différentes natures des couches ou lits de terre jusqu'à de certaines profondeurs; celle du puits d'Amsterdam, qui descendoit jusqu'à 232 pieds; celle du puits de Marly-la-Ville, jusqu'à 100 pieds; et nous pourrions en citer plusieurs autres exemples, si les observateurs étoient d'accord dans leur nomenclature : mais les uns appellent *marne* ce qui n'est en effet que de l'argile blanche; les autres nomment cailloux des pierres calcaires arrondies; ils donnent le nom de *sable* à du gravier calcoire : au moyen de quoi l'on ne peut tirer aucun fruit de leurs recherches ni de leurs longs mémoires sur ces matières, parce qu'il y a partout incertitude sur la nature des substances dont ils parlent; nous nous bornerons donc aux exemples suivants.

Un bon observateur a écrit à un de mes amis, dans les termes suivans, sur les couches de terre dans le voisinage de Toulon: « Il existe ici, dit-il, un immense dépôt pierreux qui occupe toute la pente de la chaîne de montagnes que nous avons au nord de la ville de Toulon, qui s'étend dans la vallée au levant et au couchant, dont une partie forme le sol de la vallée et va se perdre dans la mer; cette matière lapidifique est appelée vulgairement *safre*, et c'est proprement ce tuf que les naturalistes appellent *marga tofacea fistulosa*. M. Guettard m'a demandé des éclaircissemens sur ce safre pour en faire usage dans ses mémoires, et quelques morceaux de cette matière pour la connoître. Je lui ai envoyé les uns et les autres, et je crois qu'il en a été content, car il m'en a remercié; il vient même de me marquer qu'il reviendra en Provence et à Toulon au commencement de mai..... Quoi qu'il en soit, M. Guettard n'a rien de nouveau à dire sur ce dépôt; car M. de Buffon a tout dit à ce sujet dans son premier volume de l'*Histoire naturelle*, à l'article des *Preuves de la Théorie de la terre;* et il semble qu'en faisant cet article, il avoit sous les yeux les montagnes de Toulon et leur croupe.

« A la naissance de cette croupe, qui est d'un tuf plus ou moins dur, on trouve dans de petites cavités du noyau de la montagne, quelques mines de très-beau sable, qui sont probablement ces pelotes dont parle M. de Buffon. En cassant en d'autres endroits la superficie du noyau, nous trouvons en abondance des coquilles de mer incorporées avec la pierre..... J'ai plusieurs de ces coquilles, dont l'émail est assez bien conservé: je les enverrai quelque jour à M. de Buffon[1]. »

M. Guettard, qui a fait par lui-même plus d'observations en ce genre qu'aucun autre naturaliste, s'exprime dans les termes suivans en parlant des montagnes qui avoisinent Paris :

« Après la terre labourable, qui n'est tout au plus que de deux ou trois pieds, est placé un banc de sable qui a depuis quatre et six pieds jusqu'à vingt pieds, et souvent même jusqu'à trente de hauteur : ce banc est communément rempli de pierres de la nature de la pierre meulière..... Il y a des cantons où l'on rencontre, dans ce banc sableux, des masses de grès isolées.

« Au dessous de ce sable, on trouve un tuf qui peut avoir depuis dix ou douze jusqu'à trente, quarante et même cinquante pieds. Ce tuf n'est cependant pas commu-

1. Lettre de M. de Boissy à M. Guenaud de Montbéliard. *Toulon*, 16 *avril* 1775.

nément d'une seule épaisseur; il est assez souvent coupé par différens lits de *fausse* marne, de marne glaiseuse, de *cos*, que les ouvriers appellent *tripoli*, ou de bonne marne, et même de petits bancs de pierres assez dures..... Sous ce banc de tuf commencent ceux qui donnent la pierre à bâtir. Ces bancs varient par la hauteur; ils n'ont guère d'abord qu'un pied. Il s'en trouve dans des cantons trois ou quatre au dessus l'un de l'autre : ils en précèdent un qui peut être d'environ dix pieds, et dont les surfaces et l'intérieur sont parsemés de noyaux ou d'empreintes de coquilles; il est suivi d'un autre qui peut avoir quatre pieds; il porte sur un de sept à huit, ou plutôt sur deux de trois ou quatre. Après ces bancs, il y en a plusieurs autres qui sont petits, et qui peuvent former en tout un massif de trois toises au moins; ce massif est suivi des glaises, avant lesquelles cependant on perce un lit de sable.

« Ce sable est rougeâtre et terreux : il a d'épaisseur deux, deux et demi, et trois pieds; il est noyé d'eau; il a après lui un banc de fausse glaise bleuâtre, c'est-à-dire d'une terre glaiseuse mêlée de sable : l'épaisseur de ce banc peut avoir deux pieds; celui qui le suit est au moins de cinq, et d'une glaise noire, lisse, dont les cassures sont brillantes presque comme du jayet; et enfin cette glaise noire est suivie de la glaise bleue, qui forme un banc de cinq à six pieds d'épaisseur. Dans ces différentes glaises, on trouve des pyrites blanchâtres d'un jaune pâle et de différentes figures..... L'eau qui se trouve au dessous de toutes ces glaises empêche de pénétrer plus avant.....

« Le terrain des carrières du canton de Moxouris, au haut du faubourg Saint-Marceau, est disposé de la manière suivante:

	pi.	po.
1° La terre labourable, d'un pied d'épaisseur	1	0
2° Le tuf, deux toises	12	
3° Le sable, deux à trois toises	18	
4° Des terres jaunâtres, deux toises	12	
5° Le tripoli, c'est-à-dire des terres blanches, grasses, fermes, qui se durcissent au soleil, et qui marquent comme la craie, de quatre à cinq toises	30	
6° Du cailloutage ou mélange de sable gras, de deux toises	12	
7° De la roche ou rochette, depuis un pied jusqu'à deux	2	
8° Une espèce de bas appareil ou qui a peu de hauteur, d'un pied jusqu'à deux	2	
9° Deux *moies* de banc blanc, de chacune six, sept à huit pouces	1	
10° Le souchet, de dix-huit pouces jusqu'à		
	90	0

	pi.	po.
De l'autre part	90	0
vingt, en y comprenant son bousin	1	6
11° Le banc franc, depuis quinze, dix-huit, jusqu'à trente pouces	1	6
12° Le liais-ferault, de dix à douze pouces	1	
13° Le banc vert, d'un pied jusqu'à vingt pouces	1	6
14° Les lambourdes, qui forment deux bancs, un de dix-huit pouces, et l'autre de deux pieds	3	6
15° Plusieurs petits bancs de lambourdss bâtardes, ou moins bonnes que les lambourdes ci-dessus; ils précèdent la nappe d'eau ordinaire des puits: cette nappe est celle que ceux qui fouillent la terre à pots sont obligés de passer pour tirer cette terre ou glaise à poterie, laquelle est entre deux eaux, c'est-à-dire entre cette nappe dont je viens de parler..... et une autre beaucoup plus considérable, qui est au dessous.		
En tout	99 pi. »	

Au reste, je ne rapporte cet exemple que faute d'autres; car on voit combien il laisse d'incertitudes sur la nature des différentes terres. On ne peut donc trop exhorter les observateurs à désigner plus exactement la nature des matières dont ils parlent, et de distinguer au moins celles qui sont vitrescibles ou calcaires comme dans l'exemple suivant.

Le sol de la Lorraine est partagé en deux grandes zones toutes différentes et bien distinctes : l'orientale, que couvre la chaîne des Vosges, montagnes primitives, toutes composées de matières vitrifiables et cristallisées, granites, porphyres, jaspes, et quarz, jetés par blocs et par groupes, et non par lits et par couches. Dans toute cette chaîne, on ne trouve pas le moindre vestige de productions marines, et les collines qui en dérivent sont de sable vitrifiable. Quand elles finissent, et sur une lisière suivie dans toute la ligne de leur chute, commence l'autre zone toute calcaire, toute en couches horizontales, toute remplie ou plutôt formée de corps marins [1].

Les bancs et les lits de terre du Pérou sont parfaitement horizontaux, et se répondent quelquefois de fort loin dans les différentes montagnes : la plupart de ces montagnes ont deux ou trois cents toises de hauteur, et elles sont presque toujours inaccessibles; elles sont souvent escarpées comme des murailles, et c'est ce qui permet de voir leurs lits horizontaux, dont ces escarpemens présentent l'extrémité. Lorsque le hasard a voulu que quelqu'une fût ronde,

1. Note communiquée à M. de Buffon par M. l'abbé Bexon, le 15 mars 1777.

et qu'elle se trouve absolument détachée des autres, chacun de ces lits est devenu comme un cylindre très-plat, et comme un cône tronqué, qui n'a que très-peu de hauteur; et ces différens lits placés les uns au-dessous des autres, et distingués par leur couleur et par les divers talus de leur contour, ont souvent donné au tout la forme d'un ouvrage artificiel et fait avec la plus grande régularité. On voit dans ces pays-là les montagnes y prendre continuellement l'aspect d'anciens et somptueux édifices, de chapelles, de châteaux, de dômes. Ce sont quelquefois des fortifications, formées de longues courtines munies de boulevarts. Il est difficile, en distinguant tous ces objets et la manière dont leurs couches se répondent, de douter que le terrain ne soit abaissé tout autour; il paroît que ces montagnes, dont la base étoit plus solidement appuyée, sont restées comme des espèces de témoins et des monumens qui indiquent la hauteur qu'avoit anciennement le sol de ces contrées.

La montagne des Oiseaux, appelée en arabe *Gebelteir*, est si égale du haut en bas l'espace d'une demi-lieue, qu'elle semble plutôt un mur régulier bâti par la main des hommes que non pas un rocher fait ainsi par la nature. Le Nil la touche par un très-long espace, et elle est éloignée de quatre journées et demie du Caire, dans l'Égypte supérieure.

Je puis ajouter à ces observations une remarque faite par la plupart des voyageurs: c'est que dans les Arabies le terrain est d'une nature très-différente; la partie la plus voisine du mont Liban n'offre que des rochers tranchés et culbutés, et c'est ce qu'on appelle l'*Arabie pétrée*. C'est de cette contrée, dont les sables ont été enlevés par le mouvement des eaux, que s'est formé le terrain stérile de l'Arabie déserte; tandis que les limons plus légers et toutes les bonnes terres ont été portés plus loin dans la partie que l'on appelle l'*Arabie heureuse*. Au reste, les revers dans l'Arabie heureuse sont, comme partout ailleurs, plus escarpés vers la mer d'Afrique, c'est-à-dire vers l'occident, que vers la mer Rouge qui est à l'orient. (*Add. Buff.*)

ARTICLE VIII.

Sur les coquilles et autres productions de la mer qu'on trouve dans l'intérieur de la terre.

J'ai souvent examiné des carrières du haut en bas, dont les bancs étoient remplis de coquilles; j'ai vu des collines entières qui en sont composées, des chaînes de rochers qui en contiennent une grande quantité dans toute leur étendue. Le volume de ces productions de la mer est étonnant, et le nombre de ces dépouilles d'animaux marins est si prodigieux, qu'il n'est guère possible d'imaginer qu'il puisse y en avoir davantage dans la mer. C'est en considérant cette multitude innombrable de coquilles et d'autres productions marines qu'on ne peut pas douter que notre terre n'ait été, pendant un très-long temps, un fond de mer peuplé d'autant de coquillages que l'est actuellement l'Océan: la quantité en est immense, et naturellement on n'imagineroit pas qu'il y eût dans la mer une multitude aussi grande de ces animaux; ce n'est que par celle des coquilles fossiles et pétrifiées qu'on trouve sur la terre que nous pouvons en avoir une idée. En effet, il ne faut pas croire, comme se l'imaginent tous les gens qui veulent raisonner sur cela sans avoir rien vu, qu'on ne trouve ces coquilles que par hasard, qu'elles sont dispersées çà et là, ou tout au plus par petits tas, comme des coquilles d'huîtres jetées à la porte: c'est par montagnes qu'on les trouve, c'est par bancs de 100 et 200 lieues de longueur; c'est par collines et par provinces qu'il faut les toiser, souvent dans une épaisseur de 50 ou 60 pieds, et c'est d'après ces faits qu'il faut raisonner.

Nous ne pouvons donner sur ce sujet un exemple plus frappant que celui des coquilles de Touraine: voici ce qu'en dit l'historien de l'Académie [1]: « Dans tous les siècles assez peu éclairés et assez dépourvus du génie d'observation et de recherche, pour croire que tout ce qu'on appelle aujourd'hui pierres figurées, et les coquillages même trouvés dans la terre, étoient des jeux de la nature, ou quelques petits accidens particuliers, le hasard a dû mettre au jour une infinité de ces sortes de curiosités, que les philosophes mêmes, si c'étoient des philosophes, ne regardoient qu'avec une surprise ignorante ou une légère attention: et tout cela périssoit sans aucun fruit pour les progrès des connoissances. Un potier de terre, qui ne savoit ni latin ni grec, fut le premier, vers la fin du seizième siècle, qui osa dire dans Paris, et à la face de tous les docteurs, que les coquilles fossiles étoient de véritables coquilles déposées autrefois par la mer dans les lieux

1. Année 1720, pages 5 et suiv.

où elles se trouvoient alors; que des animaux, et surtout des poissons, avoient donné aux pierres figurées toutes leurs différentes figures, etc.; et il défia hardiment toute l'école d'Aristote d'attaquer ses preuves : c'est Bernard Palissy, Saintongeois, aussi grand physicien que la nature seule puisse en former un : cependant son système a dormi plus de cent ans, et le nom même de l'auteur est presque mort. Enfin les idées de Palissy se sont réveillées dans l'esprit de plusieurs savans; elles ont fait la fortune qu'elles méritoient; on a profité de toutes les coquilles, de toutes les pierres figurées que la terre a fournies : peut-être seulement sont-elles devenues aujourd'hui trop communes; et les conséquences qu'on en tire sont en danger d'être bientôt trop incontestables.

« Malgré cela, ce doit être encore une chose étonnante que le sujet des observations présentes de M. de Réaumur, une masse de 130,680,000 toises cubiques, enfouie sous terre, qui n'est qu'un amas de coquilles, ou de fragmens de coquilles, sans nul mélange de matière étrangère, ni pierre, ni terre, ni sable : jamais, jusqu'à présent, les coquilles fossiles n'ont paru en cette énorme quantité, et jamais, quoiqu'en une quantité beaucoup moindre, elles n'ont paru sans mélange. C'est en Touraine que se trouve ce prodigieux amas, à plus de 36 lieues de la mer : on l'y connoît, parce que les paysans de ce canton se servent de ces coquilles qu'ils tirent de la terre, comme de marne, pour fertiliser leurs campagnes, qui sans cela seroient absolument stériles. Nous laissons expliquer à M. de Réaumur comment ce moyen assez bizarre leur réussit; nous nous renfermons dans la singularité de ce grand tas de coquilles.

« Ce qu'on tire de terre, et qui ordinairement n'y est pas à plus de 8 ou 9 pieds de profondeur, ce ne sont que de petits fragmens de coquilles très-reconnoissables pour en être des fragmens; car ils ont les cannelures très-bien marquées : seulement ils ont perdu leur luisant et leur vernis, comme presque tous les coquillages qu'on trouve en terre, qui doivent y avoir été long-temps enfouis. Les plus petits fragmens qui ne sont que de la poussière, sont encore reconnoissables pour être des fragmens de coquilles, parce qu'ils sont parfaitement de la même matière que les autres; quelquefois il se trouve des coquilles entières. On reconnoît les espèces tant des coquilles entières que des fragmens un peu gros : quelques-unes de ces espèces sont connues sur les côtes de Poitou, d'autres appartiennent à des côtes éloignées. Il y a jusqu'à des fragmens de plantes marines pierreuses, telles que des madrépores, des champignons de mer, etc. Toute cette matière s'appelle dans les pays du *falun*.

« Le canton qui, en quelque endroit qu'on le fouille, fournit du *falun*, a bien neuf lieues carrées de surface. On ne perce jamais la minière de falun ou *falunière* au delà de 20 pieds : M. de Réaumur en rapporte les raisons, qui ne sont prises que de la commodité des laboureurs et de l'épargne des frais. Ainsi les falunières peuvent avoir une profondeur beaucoup plus grande que celle qu'on leur connoît; cependant nous n'avons fait le calcul de 130,680,000 toises cubiques que sur le pied de 18 pieds de profondeur, et non pas de 20, et nous n'avons mis la lieue qu'à 2,200 toises : tout a donc été évalué fort bas, et peut-être l'amas de coquilles est-il de beaucoup plus grand que nous ne l'avons posé : qu'il soit seulement double, combien la merveille augmente-t-elle!

« Dans les faits de physique, de petites circonstances que la plupart des gens ne s'aviseroient pas de remarquer, tirent quelquefois à conséquence et donnent des lumières. M. de Réaumur a observé que tous les fragmens de coquilles sont, dans leur tas, posés sur le plat et horizontalement : de là il a conclu que cette infinité de fragmens ne sont pas venus de ce que, dans le tas formé d'abord de coquilles entières, les supérieures auroient, par leur poids, brisé les inférieures; car de cette manière il se seroit fait des écroulemens qui auroient donné aux fragmens une infinité de positions différentes. Il faut que la mer ait apporté dans ce lieu-là toutes ces coquilles, soit entières, soit quelques-unes déja brisées; et comme elle les apportoit flottantes, elles étoient posées sur le plat et horizontalement; après qu'elles ont été toutes déposées au rendez-vous commun, l'extrême longueur du temps en aura brisé et presque calciné la plus grande partie sans déranger leur position.

« Il paroît assez par là qu'elles n'ont pu être apportées que successivement; et en effet, comment la mer voitureroit-elle tout à la fois une si prodigieuse quantité de coquilles, et toutes dans une position horizontale? elles ont dû s'assembler dans un même lieu, et par conséquent ce lieu a été le fond d'un golfe ou une espèce de bassin.

« Toutes ces réflexions prouvent que, quoiqu'il ait dû rester, et qu'il reste effectivement sur la terre beaucoup de vestiges du déluge universel rapporté par l'Écriture-Sainte, ce n'est point ce déluge qui a produit l'amas des coquilles de Touraine; peut-être n'y en a-t-il d'aussi grands amas dans aucun endroit du fond de la mer : mais enfin le déluge ne les en auroit pas arrachées; et s'il l'avoit fait, ç'auroit été avec une impétuosité et une violence qui n'auroient pas permis à toutes ces coquilles d'avoir une même position : elles ont dû être apportées et déposées doucement, lentement, et par conséquent en un temps beaucoup plus long qu'une année.

« Il faut donc, ou qu'avant ou qu'après le déluge la surface de la terre ait été, du moins en quelques endroits, bien différemment disposée de ce qu'elle est aujourd'hui, que les mers et les continens y aient eu un autre arrangement, et qu'enfin il y ait eu un golfe au milieu de la Touraine. Les changemens qui nous sont connus depuis le temps des histoires ou des fables qui ont quelque chose d'historique, sont, à la vérité, peu considérables; mais ils nous donnent lieu d'imaginer aisément ceux que des temps plus longs pourroient amener. M. de Réaumur imagine comment le golfe de Touraine tenoit à l'Océan, et quel étoit le courant qui y charrioit des coquilles; mais ce n'est qu'une simple conjecture donnée pour tenir lieu du véritable fait inconnu, qui sera toujours quelque chose d'approchant. Pour parler plus sûrement de cette matière, il faudroit avoir des espèces de cartes géographiques dressées selon toutes les manières de coquillages enfouis en terre : quelle quantité d'observations ne faudroit-il pas, et quel temps pour les avoir! Qui sait cependant si les sciences n'iront pas un jour jusque là, du moins en partie?»

Cette quantité si considérable de coquilles nous étonnera moins, si nous faisons attention à quelques circonstances qu'il est bon de ne pas omettre. La première est que les coquillages se multiplient prodigieusement, et qu'ils croissent en fort peu de temps; l'abondance d'individus dans chaque espèce prouve leur fécondité. On a un exemple de cette grande multiplication dans les huîtres : on enlève quelquefois dans un seul jour un volume de ces coquillages de plusieurs toises de grosseur; on diminue considérablement en assez peu de temps les rochers dont on les sépare, et il semble qu'on épuise les autres endroits où on les pêche : cependant l'année suivante on en retrouve autant qu'il y en avoit auparavant; on ne s'aperçoit pas que la quantité d'huîtres soit diminuée, et je ne sache pas qu'on ait jamais épuisé les endroits où elles viennent naturellement. Une seconde attention qu'il faut faire, c'est que les coquilles sont d'une substance analogue à la pierre, qu'elles se conservent très long-temps dans les matières molles, qu'elles se pétrifient aisément dans les matières dures, et que ces productions marines et ces coquilles que nous trouvons sur la terre, étant les dépouilles de plusieurs siècles, elles ont dû former un volume fort considérable.

Il y a, comme on voit, une prodigieuse quantité de coquilles bien conservées dans les marbres, dans les pierres à chaux, dans les craies, dans les marnes, etc. On les trouve, comme je viens de le dire, par collines et par montagnes; elles font souvent plus de la moitié du volume des matières où elles sont contenues : elles paroissent la plupart bien conservées; d'autres sont en fragmens, mais assez gros pour qu'on puisse reconnoître à l'œil l'espèce de coquilles à laquelle ces fragmens appartiennent, et c'est là où se bornent les observations et les connaissances que l'inspection peut nous donner. Mais je vais plus loin : je prétends que les craies, les marnes et les pierres à chaux ne sont composées que de poussière et de détrimens de coquilles; que par conséquent la quantité des coquilles détruites est infiniment plus considérable que celle des coquilles conservées. On verra dans le discours sur les minéraux les preuves que j'en donnerai; je me contenterai d'indiquer ici le point de vue sous lequel il faut considérer les couches dont le globe est composé. La première couche extérieure est formée du limon de l'air, du sédiment des pluies, des rosées, et des parties végétales ou animales, réduites en particules dans lesquelles l'ancienne organisation n'est pas sensible; les couches intérieures de craie, de marne, de pierre à chaux, de marbre, sont composées de détrimens de coquilles et d'autres productions marines, mêlées avec des fragmens de coquilles ou avec des coquilles entières; mais les sables vitrifiables et l'argile sont les matières dont l'intérieur du globe est composé; elles ont été vitrifiées dans le temps que le globe a pris sa forme, laquelle suppose nécessairement que la matière a été toute en fusion. Le granite, le roc vif, les cailloux,

et les grès en grande masse, les ardoises, doivent leur origine au sable et à l'argile, et ils sont aussi disposés par couches : mais les tufs, les grès, et les cailloux qui ne sont pas en grande masse, les cristaux, les métaux, les pyrites, la plupart des minéraux, les soufres, etc., sont des matières dont la formation est nouvelle en comparaison des marbres, des pierres calcinables, des craies, des marnes, et de toutes les autres matières qui sont disposées par couches horizontales, et qui contiennent des coquilles et d'autres débris des productions de la mer.

Comme les dénominations dont je viens de me servir pourroient paroître obscures ou équivoques, je crois qu'il est nécessaire de les expliquer. J'entends par le mot d'argile non seulement les argiles blanches, jaunes, mais aussi les glaises bleues, molles, dures, feuilletées, etc., que je regarde comme des scories de verre, ou comme du verre décomposé. Par le mot de sable, j'entends toujours le sable vitrifiable; et non seulement je comprends sous cette dénomination le sable fin qui produit les grès, et que je regarde comme de la poussière de verre, ou plutôt de pierre ponce, mais aussi le sable qui provient du grès usé et détruit par le frottement, et encore le sable gros comme du menu gravier, qui provient du granite et du roc vif, qui est aigre, anguleux, rougeâtre, et qu'on trouve assez communément dans le lit des ruisseaux et des rivières qui tirent immédiatement leurs eaux des hautes montagnes, ou de collines qui sont composées de roc vif ou de granite. La rivière d'Armanson, qui passe à Semur en Auxois, où toutes les pierres sont du roc vif, charrie une grande quantité de ce sable, qui est gros et fort aigre; il est de la même nature que le roc vif, et il n'en est en effet que le débris, comme le gravier calcinable n'est que le débris de la pierre de taille ou du moellon. Au reste, le roc vif et le granite sont une seule et même substance; mais j'ai cru devoir employer les deux dénominations, parce qu'il y a bien des gens qui en font deux matières différentes. Il en est de même des cailloux et des grès en grande masse : je les regarde comme des espèces de rocs vifs ou de granites, et je les appelle cailloux en grande masse, parce qu'ils sont disposés, comme la pierre calcinable, par couches, et pour les distinguer des cailloux et des grès que j'appelle en petite masse, qui sont les cailloux ronds et les grès que l'on trouve *à la chasse*, comme disent les ouvriers, c'est-à-dire les grès dont les bancs n'ont pas de suite et ne forment pas des carrières continues et qui aient une certaine étendue. Ces grès et ces cailloux sont d'une formation plus nouvelle, et n'ont pas la même origine que les cailloux et les grès en grande masse, qui sont disposés par couches. J'entends par la dénomination d'ardoise, non seulement l'ardoise bleue que tout le monde connoît, mais les ardoises blanches, grises, rougeâtres, et tous les schistes. Ces matières se trouvent ordinairement au dessous de l'argile feuilletée, et semblent n'être en effet que de l'argile, dont les différentes petites couches ont pris corps en se desséchant, ce qui a produit les délits qui s'y trouvent. Le charbon de terre, la houille, le jais, sont des matières qui appartiennent aussi à l'argile, et qu'on trouve sous l'argile feuilletée ou sous l'ardoise. Par le mot de tuf, j'entends non seulement le tuf ordinaire qui paroît troué, et, pour ainsi dire, organisé, mais encore toutes les couches de pierre qui se sont faites par le dépôt des eaux courantes, toutes les stalactites, toutes les incrustations, toutes les espèces de pierres fondantes : il n'est pas douteux que ces matières ne soient nouvelles, et qu'elles ne prennent tous les jours de l'accroissement. Le tuf n'est qu'un amas de matières lapidifiques, dans lesquelles on n'aperçoit aucune couche distincte : cette matière est disposée ordinairement en petits cylindres creux, irrégulièrement groupés et formés par des eaux gouttières au pied des montagnes ou sur la pente des collines, qui contiennent des lits de marne ou de pierre tendre et calcinable; la masse totale de ces cylindres, qui font un des caractères spécifiques de cette espèce de tuf, est toujours ou oblique ou verticale, selon la direction des filets d'eau qui les forment. Ces sortes de carrières parasites n'ont aucune suite : leur étendue est très-bornée en comparaison des carrières ordinaires, et elle est proportionnée à la hauteur des montagnes qui leur fournissent la matière de leur accroissement. Le tuf recevant chaque jour de nouveaux sucs lapidifiques, ces petites colonnes cylindriques qui laissoient entre elles beaucoup d'intervalle, se confondent à la fin, et avec le temps le tout devient compacte : mais cette matière n'acquiert jamais la dureté de la pierre; c'est alors ce qu'Agricola nomme *marga tofacea fistulosa*. On trouve ordinairement dans ce tuf quantité d'impressions de feuilles d'arbres et de plantes de

l'espèce de celles que le terrain des environs produit; on y trouve aussi assez souvent des coquilles terrestres très-bien conservées, mais jamais de coquilles de mer. Le tuf est donc certainement une matière nouvelle, qui doit être mise dans la classe des stalactites, des pierres fondantes, des incrustations, etc. Toutes ces matières nouvelles sont des espèces de pierres parasites qui se forment aux dépens des autres, mais qui n'arrivent jamais à la vraie pétrification.

Le cristal, toutes les pierres précieuses, toutes celles qui ont une figure régulière, même les cailloux en petite masse qui sont formés par couches concentriques, soit que ces sortes de pierres se trouvent dans les fentes perpendiculaires des rochers ou partout ailleurs, ne sont que des exsudations des cailloux en grande masse, des sucs concrets de ces mêmes matières, des pierres parasites nouvelles, de vraies stalactites de caillou ou de roc vif.

On ne trouve jamais de coquilles ni dans le roc vif ou granite, ni dans le grès; au moins je n'y en ai jamais vu, quoiqu'on en trouve, et même assez souvent, dans le sable vitrifiable, duquel ces matières tirent leur origine: ce qui semble prouver que le sable ne peut s'unir pour former du grès ou du roc vif que quand il est pur; et que s'il est mêlé de substances d'un autre genre, comme sont les coquilles, ce mélange de parties qui lui sont hétérogènes en empêche la réunion. J'ai observé, dans le dessein de m'en assurer, ces petites pelotes qui se forment souvent dans les couches de sable mêlé de coquilles, et je n'y ai jamais trouvé aucune coquille; ces pelotes sont un véritable grès; ce sont des concrétions qui se forment dans le sable aux endroits où il n'est pas mêlé de matières hétérogènes, qui s'opposent à la formation des bancs ou d'autres masses plus grandes que ces pelotes.

Nous avons dit qu'on a trouvé à Amsterdam, qui est un pays dont le terrain est fort bas, des coquilles de mer à 100 pieds de profondeur sous terre, et à Marly-la-Ville, à six lieues de Paris, à 75 pieds: on en trouve de même au fond des mines et dans les bancs des rochers au dessous d'une hauteur de pierre de 50, 100, 200 et jusqu'à 1000 pieds d'épaisseur, comme il est aisé de le remarquer dans les Alpes et dans les Pyrénées; il n'y a qu'à examiner de près les rochers coupés à plomb, et on voit que dans les lits inférieurs il y a des coquilles et d'autres productions marines: mais, pour aller par ordre, on en trouve sur les montagnes d'Espagne, sur les Pyrénées, sur les montagnes de France, sur celles d'Angleterre, dans toutes les carrières de marbre en Flandre, dans les montagnes de Gueldre, dans toutes les collines autour de Paris, dans toutes celles de Bourgogne et de Champagne, en un mot, dans tous les endroits où le fond du terrain n'est pas de grès ou de tuf; et dans la plupart des lieux dont nous venons de parler, il y a presque dans toutes les pierres plus de coquilles que d'autres matières. J'entends ici par coquilles non seulement les dépouilles de coquillages, mais celles des crustacés, comme tests et pointes d'oursin, et aussi toutes les productions des insectes de mer, comme les madrépores, les coraux, les astroïtes, etc. Je puis assurer, et on s'en convaincra par ses yeux quand on le voudra, que dans la plupart des pierres calcinables et des marbres, il y a une si grande quantité de ces productions marines, qu'elles paroissent surpasser en volume la matière qui les réunit.

Mais suivons. On trouve ces productions marines dans les Alpes, même au dessus des plus hautes montagnes, par exemple, au dessus du mont Cenis; on en trouve dans les montagnes de Gênes, dans les Apennins et dans la plupart des carrières de pierre ou de marbre en Italie; on en voit dans les pierres dont sont bâtis les plus anciens édifices des Romains; il y en a dans les montagnes du Tyrol et dans le centre de l'Italie, au sommet du mont Paterne, près de Bologne, dans les mêmes endroits qui produisent cette pierre lumineuse qu'on appelle la pierre de Bologne; on en trouve dans des collines de la Pouille, dans celles de la Calabre, en plusieurs endroits de l'Allemagne et de la Hongrie, et généralement dans tous les lieux élevés de l'Europe [1].

En Asie et en Afrique, les voyageurs en ont remarqué en plusieurs endroits: par exemple, sur la montagne de Castravan au dessus de Barut, il y a un lit de pierre blanche, mince comme de l'ardoise, dont chaque feuille contient un grand nombre et une grande diversité de poissons; ils sont la plupart fort plats et fort comprimés, comme est la fougère fossile; et ils sont cependant si bien conservés, qu'on y remarque parfaitement jusqu'aux moindres traits

1. Voyez sur cela Stenon, Ray, Woodward, etc.

des nageoires, des écailles, et de toutes les parties qui distinguent chaque espèce de poisson. On trouve de même beaucoup d'oursins de mer et de coquilles pétrifiées entre Suez et le Caire, et sur toutes les collines et les hauteurs de la Barbarie; la plupart sont exactement conformes aux espèces qu'on prend actuellement dans la mer Rouge [1]. Dans notre Europe on trouve des poissons pétrifiés en Suisse, en Allemagne, dans la carrière d'Oningen, etc.

La longue chaîne de montagnes, dit M. Bourguet, qui s'étend d'occident en orient, depuis le fond du Portugal jusqu'aux parties les plus orientales de la Chine, celles qui s'étendent collatéralement du côté du nord et du midi, les montagnes d'Afrique et d'Amérique qui nous sont connues, les vallées et les plaines de l'Europe, renferment toutes des couches de terres et de pierres qui sont remplies de coquillages, et de là on peut conclure pour les autres parties du monde qui nous sont inconnues.

Les îles de l'Europe, celles de l'Asie et de l'Amérique où les Européens ont eu occasion de creuser, soit dans les montagnes, soit dans les plaines, fournissent aussi des coquilles, ce qui fait voir qu'elles ont cela de commun avec les continens qui les avoisinent [2].

En voilà assez pour prouver qu'en effet on trouve des coquilles de mer, des poissons pétrifiés et d'autres productions marines, presque dans tous les lieux où on a voulu les chercher, et qu'elles y sont en prodigieuse quantité.

« Il est vrai, dit un auteur anglois [3], qu'il y a eu quelques coquilles de mer dispersées çà et là sur la terre par les armées, par les habitans des villes et des villages, et que la Loubère rapporte dans son *Voyage de Siam*, que les singes au cap de Bonne-Espérance s'amusent continuellement à transporter des coquilles du rivage de la mer au dessus des montagnes; mais cela ne peut pas résoudre la question pourquoi ces coquilles sont dispersées dans tous les climats de la terre, et jusque dans l'intérieur des plus hautes montagnes, où elles sont posées par lit, comme elles le sont dans le fond de la mer. »

En lisant une lettre italienne sur les changemens arrivés au globe terrestre, imprimée à Paris cette année (1746), je m'attendois à y trouver ce fait rapporté par la Loubère; il s'accorde parfaitement avec les idées de l'auteur : les poissons pétrifiés ne sont, à son avis, que des poissons rares, rejetés de la table des Romains parce qu'ils n'étoient pas frais; et à l'égard des coquilles, ce sont, dit-il, les pélerins de Syrie qui ont rapporté, dans le temps des croisades, celles des mers du Levant qu'on trouve actuellement pétrifiées en France, en Italie, et dans les autres états de la chrétienté. Pourquoi n'a-t-il pas ajouté que ce sont les singes qui ont transporté les coquilles au sommet des hautes montagnes et dans tous les lieux où les hommes ne peuvent habiter? cela n'eût rien gâté et eût rendu son explication encore plus vraisemblabe. Comment se peut-il que des personnes éclairées et qui se piquent même de philosophie, aient encore des idées fausses sur ce sujet [4]?

1. Voyez les *Voyages de Shaw*, vol. II, pages 70 et 84.

2. Voyez *Lettres philosophiques sur la formation des sels*, page 205.

3. Tancred. Robinson.

4. Sur ce que j'ai écrit, au sujet de la lettre italienne, dans laquelle il est dit que *ce sont les pélerins et autres qui, dans le temps des croisades, ont rapporté de Syrie les coquilles que nous trouvons dans le sein de la terre en France*, etc., on a pu trouver, comme je le trouve moi-même, que je n'ai pas traité M. de Voltaire assez sérieusement; j'avoue que j'aurois mieux fait de laisser tomber cette opinion que de la relever par une plaisanterie, d'autant que ce n'est pas mon ton, et que c'est peut-être la seule qui soit dans mes écrits. M. de Voltaire est un homme qui, par la supériorité de ses talens, mérite les plus grands égards. On m'apporta cette lettre italienne dans le temps même que je corrigeois la feuille de mon livre où il en est question; je ne lus cette lettre qu'en partie, imaginant que c'étoit l'ouvrage de quelque érudit d'Italie, qui, d'après ses connoissances historiques, n'avoit suivi que son préjugé, sans consulter la nature; et ce ne fut qu'après l'impression de mon volume sur la Théorie de la terre, qu'on m'assura que la lettre étoit de M. de Voltaire : j'eus regret alors à mes expressions. Voilà la vérité : je la déclare autant pour M. de Voltaire que pour moi-même et pour la postérité, à laquelle je ne voudrois pas laisser douter de la haute estime que j'ai toujours eue pour un homme aussi rare, et qui fait tant d'honneur à son siècle.

L'autorité de M. de Voltaire ayant fait impression sur quelques personnes, il s'en est trouvé qui ont voulu vérifier par eux-mêmes si les objections contre les coquilles avoient quelque fondement, et je crois devoir donner ici l'extrait d'un mémoire qui m'a été envoyé, et qui me paroît n'avoir été fait que dans cette vue :

« En parcourant différentes provinces du royaume et même d'Italie, j'ai vu, dit le P. Chabenat, des pierres figurées de toutes parts, et dans certains endroits en si grande quantité et arrangées de façon qu'on ne peut s'empêcher de croire que ces parties de la terre n'aient été autrefois le lit de la mer. J'ai vu des coquillages de toute espèce, et qui sont parfaitement semblables à leurs analogues vivans. J'en ai vu de la même figure et de la même grandeur : cette observation m'a paru suffisante

Nous nous contenterons donc d'avoir dit qu'on trouve des coquilles pétrifiées dans presque tous les endroits de la terre où l'on a fouillé, et d'avoir rapporté les témoignages des auteurs d'histoire naturelle : comme on pourroit les soupçonner d'apercevoir, en vue de quelques systèmes, des coquilles où il n'y en a point, nous croyons devoir encore citer les voyageurs qui en ont remarqué par hasard, et dont les yeux moins exercés n'ont pu reconnaître que les coquilles entières et bien conservées ; leur témoignage sera peut-être d'une plus grande

pour me persuader que tous ces individus étoient de différens âges, mais qu'ils étoient de la même espèce. J'ai vu des cornes d'ammon depuis un demi-pouce jusqu'à près de trois pieds de diamètre. J'ai vu des pétoncles de toutes grandeurs, d'autres bivalves et des univalves également. J'ai vu outre cela des bélemnites, des champignons de mer, etc.

« La forme et la quantité de toutes ces pierres figurées nous prouvent presque invinciblement qu'elles étoient autrefois des animaux qui vivoient dans la mer. La coquille surtout dont elles sont couvertes, semble ne laisser aucun doute, parce que, dans certaines, elle se trouve aussi luisante, aussi fraiche et aussi naturelle que dans les vivans; si elle étoit séparée du noyau, on ne croiroit pas qu'elle fût pétrifiée. Il n'en est pas de même de plusieurs autres pierres figurées que l'on trouve dans cette vaste et belle plaine qui s'étend depuis Montauban jusqu'à Toulouse, depuis Toulouse jusqu'à Alby et dans les endroits circonvoisins : toute cette vaste plaine est couverte de terre végétale depuis l'épaisseur d'un demi-pied jusqu'à deux; ensuite on trouve un lit de gros gravier et de la profondeur d'environ deux pieds; au dessous du lit de gros gravier est un lit de sable fin, à peu près de la même profondeur; et au dessous du sable fin, on trouve le roc. J'ai examiné attentivement le gros gravier; je l'examine tous les jours, j'y trouve une infinité de pierres figurées de la même forme et de différentes grandeurs. J'y ai vu beaucoup d'holothuries et d'autres pierres de forme régulière et parfaitement ressemblantes. Tout ceci sembloit me dire fort intelligiblement que ce pays-ci avoit été anciennement le lit de la mer, qui, par quelque révolution soudaine, s'en est retirée et y a laissé ses productions comme dans beaucoup d'autres endroits. Cependant je suspendois mon jugement à cause des objections de M. de Voltaire. Pour y répondre, j'ai voulu joindre l'expérience à l'observation. »

Le P. Chabenat rapporte ensuite plusieurs expériences pour prouver que les coquilles qui se trouvent dans le sein de la terre sont de la même nature que celles de la mer; je ne les rapporte pas ici, parce qu'elles n'apprennent rien de nouveau, et que personne ne doute de cette identité de nature entre les coquilles fossiles et les coquilles marines. Enfin le P. Chabenat conclut et termine son mémoire en disant : « On ne peut donc pas douter que toutes ces coquilles qui se trouvent dans le sein de la terre, ne soient de vraies coquilles et des dépouilles des animaux de la mer qui couvroit autrefois toutes ces contrées, et que par conséquent les objections de M. de Voltaire ne soient mal fondées. » (*Add. Buff.*)

autorité auprès des gens qui ne sont pas à portée de s'assurer par eux-mêmes de la vérité des faits, et de ceux qui ne connoissent ni les coquilles ni les pétrifications, et qui n'étant pas en état d'en faire la comparaison, pourroient douter que les pétrifications fussent en effet de vraies coquilles, et que ces coquilles se trouvassent entassées par millions dans tous les climats de la terre.

Tout le monde peut voir par ses yeux les bancs de coquilles qui sont dans les collines des environs de Paris, surtout dans les carrières de pierre, comme à la Chaussée près de Sèvres, à Issy, à Passy, et ailleurs. On trouve à Villers-Cotterets une grande quantité de pierres lenticulaires; les rochers en sont même entièrement formés, et elles y sont mêlées sans aucun ordre avec une espèce de mortier pierreux qui les tient toutes liées ensemble. A Chaumont on trouve une si grande quantité de coquilles pétrifiées, que toutes les collines, qui ne laissent pas d'être assez élevées, ne paroissent être composées d'autre chose; il en est de même à Courtagnon près de Reims, où le banc de coquilles a près de quatre lieues de largeur sur plusieurs de longueur. Je cite ces endroits, parce qu'ils sont fameux, et que les coquilles y frappent les yeux de tout le monde.

A l'égard des pays étrangers, voici ce que les voyageurs ont observé.

« En Syrie, en Phénicie, la pierre vive qui sert de base aux rochers du voisinage de Latikea, est surmontée d'une espèce de craie molle, et c'est peut-être de là que la ville a pris son nom de *Promontoire blanc*. La Nakoura, nommée anciennement *Scala Tyriorum*, ou l'*Échelle des Tyriens*, est à peu près de la même nature, et l'on y trouve encore, en y creusant, quantité de toutes sortes de coraux, de coquilles [1]. »

« On ne trouve sur le mont Sinaï que peu de coquilles fossiles et d'autres semblables marques du déluge, à moins qu'on ne veuille mettre de ce nombre le tamarin fossile des montagnes voisines de Sinaï : peut-être que la matière première dont leurs marbres se sont formés, avoit une vertu corrosive et peu propre à les conserver; mais à Corondel, où le roc approche davantage de la nature de nos pierres de taille, je trouvai plusieurs coquilles de moules et quelques pétoncles, comme aussi un hérisson de mer fort singulier, de l'es-

1. Voyez les *Voyages de Shaw*.

pèce de ceux qu'on appelle *spatagi*, mais plus rond et plus uni. Les ruines du petit village d'Ain-el-Mousa, et plusieurs canaux qui servoient à y conduire de l'eau, fourmillent de coquillages fossiles. Les vieux murs de Suez et ce qui nous reste encore de son ancien port ont été construits des mêmes matériaux, qui semblent tous avoir été tirés d'un même endroit. Entre Suez et le Caire, ainsi que sur toutes les montagnes, hauteurs et collines de la Libye qui ne sont pas couvertes de sable, on trouve une grande quantité de hérissons de mer, comme aussi des coquilles bivalves et de celles qui se terminent en pointe, dont la plupart sont exactement conformes aux espèces qu'on prend aujourd'hui dans la mer Rouge [1]. Les sables mouvans qui sont dans le voisinage de Ras-Sem dans le royaume de Barca, couvrent beaucoup de palmiers de hérissons de mer et d'autres pétrifications que l'on y trouve communément sans cela. *Ras-Sem* signifie *la tête du poisson* et est ce qu'on appelle le village pétrifié, où l'on prétend qu'on trouve des hommes, des femmes et des enfans en diverses postures et attitudes, qui avec leur bétail, leurs alimens et leurs meubles, ont été convertis en pierre. Mais à la réserve de ces sortes de monumens du déluge dont il est ici question, et qui ne sont pas particuliers en cet endroit, tout ce qu'on en dit, sont de vains contes et fable toute pure, ainsi que je l'ai appris non seulement par M. Le Maire, qui, dans le temps qu'il étoit consul à Tripoli, y envoya plusieurs personnes pour en prendre connoissance, mais aussi par des gens graves et de beaucoup d'esprit qui ont été eux-mêmes sur les lieux. »

« On trouve devant les pyramides certains morceaux de pierres taillées par le ciseau de l'ouvrier, et parmi ces pierres on voit des rognures qui ont la figure et la grosseur de lentilles; quelques-unes même ressemblent à des grains d'orge à moitié pelés : or, on prétend que ce sont des restes de ce que les ouvriers mangeoient, qui se sont pétrifiés; ce qui ne me paroît pas vraisemblable, etc. [2]. » Ces lentilles et ces grains d'orge sont des pétrifications de coquilles connues par tous les naturalistes sous le nom de pierre lenticulaire.

« On trouve diverses sortes de ces coquillages dont nous avons parlé, aux environs de Maestricht, surtout vers le village de Zichen ou Tichen, et à la petite montagne appelée des Huns [3]. »

« Aux environs de Sienne, je n'ai pas manqué de trouver auprès de Certaldo, selon l'avis que vous m'en avez donné, plusieurs montagnes de sable toutes farcies de diverses coquilles. Le Monte-Mario, à un mille de Rome, en est tout rempli; j'en ai remarqué dans les Alpes, j'en ai vu en France et ailleurs. Oléarius, Stenon, Cambden, Speed, et quantité d'autres auteurs tant anciens que modernes, nous rapportent le même phénomène [4]. »

« Vis-à-vis le village d'Inchené et sur le bord oriental du Nil, je trouvai des plantes pétrifiées qui croissent naturellemant dans un espace de terre qui a environ deux lieues de longueur sur une largeur très-médiocre : c'est une production des plus singulières de la nature; ces plantes ressemblent assez au corail blanc qu'on trouve dans la mer Rouge [5]. »

« On trouve sur le mont Liban des pétrifications de plusieurs espèces, et entre autres, des pierres plates où l'on trouve des squelettes de poissons bien conservés et bien entiers, et aussi des châtaignes de la mer Rouge avec de petits buissons de corail de la même mer [6]. »

« Sur le mont Carmel nous trouvâmes grande quantité des pierres qui, à ce qu'on prétend, ont la figure d'olives, de melons, de pêches, et d'autres fruits, que l'on vend d'ordinaire aux pèlerins, non seulement comme de simples curiosités, mais aussi comme des remèdes contre divers maux. Les olives, qui sont les *lapides judaïci* qu'on trouve dans les boutiques des droguistes, ont toujours été regardées comme un spécifique pour la pierre et la gravelle [7]. » Ces *lapides judaïci* sont des pointes d'oursins.

« M. La Roche, médecin, me donna de ces olives pétrifiées, dites *lapis judaïcus*, qui croissent en quantité dans ces montagnes, où l'on trouve, à ce que l'on m'a dit, d'autres pierres qui représentent parfaitement au dedans des natures d'hommes et de femmes [8]. » Ceci est l'hystérolithe.

« En allant de Smyrne à Tauris, lorsque nous fûmes à Tocat, les chaleurs étant

1. *Voyages de Shaw*, tome II, page 84.
2. *Voyages de Shaw*, tome II, page 84.
3. Voyez le *Voyage de Misson*, tom. III, p. 109.
4. Idem, tome II, page 312.
5. *Voyage de Paul Lucas*, tome II, pages 380 et 381.
6. Idem, tome III, page 326.
7. *Voyages de Shaw*, tome II, page 70.
8. *Voyage de Monconys*, première partie, p. 334.

fort grandes, nous laissâmes le chemin ordinaire du côté du nord, pour prendre par les montagnes, où il y a toujours de l'ombrage et de la fraîcheur. En bien des endroits nous trouvâmes de la neige et quantité de très-belle oseille, et sur le haut de quelques-unes de ces montagnes on trouve des coquilles comme sur le bord de la mer, ce qui est assez extraordinaire [1]. »

Voici ce que dit Oléarius au sujet des coquilles pétrifiées qu'il a remarquées en Perse et dans les rochers des montagnes où sont taillés les sépulcres près du village de Pyrmaraüs :

« Nous fûmes trois qui montâmes jusque sur le haut du roc par des précipices effroyables, nous entr'aidant les uns les autres ; nous y trouvâmes quatre grandes chambres, et au dedans plusieurs niches taillées dans le roc pour servir de lit : mais ce qui nous surprit le plus, ce fut que nous trouvâmes dans cette voûte, sur le haut de la montagne, des coquilles de moules, et en quelques endroits en si grande quantité, qu'il sembloit que toute cette roche ne fût composée que de sable et de coquilles. En revenant de Perse, nous vîmes le long de la mer Caspienne plusieurs de ces montagnes de coquilles. »

Je pourrois joindre à ce qui vient d'être rapporté beaucoup d'autres citations, que je supprime pour ne pas ennuyer ceux qui n'ont pas besoin de preuves surabondantes, et qui se sont assurés, comme moi, par leurs yeux, de l'existence de ces coquilles dans tous les lieux où on a voulu les chercher.

On trouve en France non seulement les coquilles de nos côtes, mais encore des coquilles qu'on n'a jamais vues dans nos mers. Il y a même des naturalistes qui prétendent que la quantité de ces coquilles étrangères pétrifiées est beaucoup plus grande que celle des coquilles de notre climat : mais je crois cette opinion mal fondée ; car, indépendamment des coquillages qui habitent le fond de la mer et de ceux qui sont difficiles à pêcher, et que par conséquent on peut regarder comme inconnus ou même étrangers, quoiqu'ils puissent être nés dans nos mers, je vois en gros qu'en comparant les pétrifications avec les analogues vivans, il y en a plus de nos côtes que d'autres : par exemple, tous les peignes, la plupart des pétoncles, les moules, les huîtres, les glands de mer, la plupart des buccins, les oreilles-de-mer, les patelles, le cœur-de-bœuf, les nautiles, les oursins à gros tubercules et à grosses pointes, les oursins châtaignes de mer, les étoiles, les dentales, les tubulites, les astroïtes, les cerveaux, les coraux, les madrépores, etc., qu'on trouve pétrifiés en tant d'endroits, sont certainement des productions de nos mers ; et quoiqu'on trouve en grande quantité les cornes d'ammon, les pierres lenticulaires, les pierres judaïques, les columnites, les vertèbres de grandes étoiles, et plusieurs autres pétrifications, comme les grosses vis, le buccin appelé abajour, les sabots, etc., dont l'analogue vivant est étranger ou inconnu, je suis convaincu par mes observations que le nombre de ces espèces est petit en comparaison de celui des coquilles pétrifiées de nos côtes : d'ailleurs, ce qui fait le fond de nos marbres et de presque toutes nos pierres à chaux et à bâtir, sont des madrépores, des astroïtes, et toutes ces autres productions formées par les insectes de la mer, et qu'on appeloit autrefois plantes marines. Les coquilles, quelque abondantes qu'elles soient, ne font qu'un petit volume en comparaison de ces productions, qui toutes sont originaires de nos mers, et surtout de la Méditerranée.

La mer Rouge est de toutes les mers celle qui produit les plus abondamment des coraux, des madrépores, et des plantes marines. Il n'y a peut-être point d'endroit qui en fournisse une plus grande variété que le port de Tor : dans un temps calme il se présente aux yeux une si grande quantité de ces plantes, que le fond de la mer ressemble à une forêt ; il y a des madrépores branchus qui ont jusqu'à 8 et 10 pieds de hauteur. On en trouve beaucoup dans la mer Méditerranée, à Marseille, près des côtes d'Italie et de Sicile ; il y en a aussi en quantité dans la plupart des golfes de l'Océan, autour des îles, sur les bancs, dans tous les climats tempérés où la mer n'a qu'une profondeur médiocre.

M. Peyssonel avoit observé et reconnu le premier que les coraux, les madrépores, etc., devoient leur origine à des animaux, et n'étoient point des plantes, comme on le croyoit, et comme leur forme et leur accroissement paroissent l'indiquer. On a voulu long-temps douter de la vérité de l'observation de M. Peyssonel : quelques naturalistes, trop prévenus de leurs propres opinions, l'ont même rejetée d'abord avec une espèce de dédain ; cependant ils

1. Tavernier.

ont été obligés de reconnoître depuis peu la découverte de M. Peyssonel, et tout le monde est enfin convaincu que ces prétendues plantes marines ne sont autre chose que des ruches ou plutôt des loges de petits animaux qui ressemblent aux poissons des coquilles, en ce qu'ils forment, comme eux, une grande quantité de substance pierreuse, dans laquelle ils habitent, comme les poissons dans leurs coquilles. Ainsi les plantes marines, que d'abord l'on avoit mises au rang des minéraux, ont ensuite passé dans la classe des végétaux, et sont enfin demeurées pour toujours dans celle des animaux.

Il y a des coquillages qui habitent le fond des hautes mers, et qui ne sont jamais jetés sur les rivages : les auteurs les appellent *pelagiæ*, pour les distinguer des autres, qu'ils appellent *littorales*. Il est à croire que les cornes d'ammon et quelques autres espèces qu'on trouve pétrifiées, et dont on n'a pas encore trouvé les analogues vivans, demeurent toujours dans le fond des hautes mers, et qu'ils ont été remplis du sédiment pierreux dans les lieux même où ils étoient : il peut se faire aussi qu'il y ait eu de certains animaux dont l'espèce a péri ; ces coquillages pourroient être du nombre. Les os fossiles extraordinaires qu'on trouve en Sibérie, au Canada, en Irlande, et dans plusieurs autres endroits, semblent confirmer cette conjecture ; car jusqu'ici on ne connoît pas d'animal à qui on puisse attribuer ces os, qui, pour la plupart, sont d'une grandeur et d'une grosseur démesurée [1].

On trouve ces coquilles depuis le haut jusqu'au fond des carrières ; on les voit aussi dans des puits beaucoup plus profonds : il y en a au fond des mines de Hongrie [2].

On en trouve à 200 brasses, c'est-à-dire à mille pieds de profondeur, dans des rochers qui bordent l'île de Caldé, et dans la province de Pembroke en Angleterre [3].

Non seulement on trouve, à de grandes profondeurs et au dessus des plus hautes montagnes, des coquilles pétrifiées, mais on en trouve aussi qui n'ont point changé de nature, qui ont encore le luisant, les couleurs et la légèreté des coquilles de la mer : on trouve des glossopètres et d'autres dents de poisson dans leurs mâchoires ; et il ne faut, pour se convaincre entièrement sur ce sujet, que regarder la coquille de mer et celle de terre, et les comparer. Il n'y a personne qui, après un examen même léger, puisse douter un instant que ces co-

1. J'ai deux observations essentielles à faire sur ce passage : la première, c'est que ces cornes d'ammon, qui paroissent faire un genre plutôt qu'une espèce dans la classe des animaux à coquilles, tant elles sont différentes les unes des autres par la forme et la grandeur, sont réellement les dépouilles d'autant d'espèces qui ont péri et ne subsistent plus. J'en ai vu de si petites, qu'elles n'avoient pas une ligne, et d'autres si grandes, qu'elles avoient plus de trois pieds de diamètre. Des observateurs dignes de foi m'ont assuré en avoir vu de beaucoup plus grandes encore, et entre autres une de huit pieds de diamètre sur un pied d'épaisseur. Ces différentes cornes d'ammon paroissent former des espèces distinctement séparées : les unes sont plus, les autres moins aplaties ; il y en a de plus ou de moins cannelées, toutes spirales, mais différemment terminées, tant à leur centre qu'à leurs extrémités : et ces animaux, si nombreux autrefois, ne se trouvent plus dans aucune de nos mers ; ils ne nous sont connus que par leurs dépouilles, dont je ne puis mieux représenter le nombre immense que par un exemple que j'ai tous les jours sous les yeux. C'est dans une minière de fer en grain, près d'Étivey, à trois lieues de mes forges de Buffon ; minière qui est ouverte il y a plus de cent cinquante ans, et dont on a tiré depuis ce temps tout le minerai qui s'est consommé à la forge d'Aisy ; c'est là, dis-je, que l'on voit une si grande quantité de ces cornes d'ammon entières et en fragmens, qu'il semble que la plus grande partie de la minière a été modelée dans ces coquilles. La mine de Conflans en Lorraine, qui se traite au fourneau de Saint-Loup en Franche-Comté, n'est de même composée que de bélemnites et de cornes d'ammon : ces dernières coquilles ferrugineuses sont de grandeur si différente, qu'il y en a du poids depuis un gros jusqu'à deux cents livres. Je pourrois citer d'autres endroits où elles sont également abondantes. Il en est de même des bélemnites, des pierres lenticulaires, et de quantité d'autres coquillages dont on ne retrouve point aujourd'hui les analogues vivans dans aucune région de la mer, quoiqu'elles soient presque universellement répandues sur la surface entière de la terre. Je suis persuadé que toutes ces espèces, qui n'existent plus, ont autrefois subsisté pendant tout le temps que la température du globe et des eaux de la mer étoit plus chaude qu'elle ne l'est aujourd'hui ; et qu'il pourra de même arriver, à mesure que le globe se refroidira, que d'autres espèces actuellement vivantes cesseront de se multiplier, et périront comme ces premières ont péri, par le refroidissement.

La seconde observation, c'est que quelques-uns de ces ossemens énormes, que je croyois appartenir à des animaux inconnus, et dont je supposois les espèces perdues, nous ont paru néanmoins, après les avoir scrupuleusement examinés, appartenir à l'espèce de l'éléphant et à celle de l'hippopotame, mais, à la vérité, à des éléphans et des hippopotames plus grands que ceux du temps présent. Je ne connois dans les animaux terrestres qu'une seule espèce perdue : c'est celle de l'animal dont j'ai fait dessiner les dents molaires avec leurs dimensions dans les Époques de la nature : les autres grosses dents et grands ossemens que j'ai pu recueillir, ont appartenu à des éléphans et à des hippopotames. (*Add. Buff.*)

2. Voyez Woodward.

3. Voyez *Ray's Discourses*, page 178.

quilles fossiles et pétrifiées ne soient pas les mêmes que celles de la mer; on y remarque les plus petites articulations, et même les perles que l'animal vivant produit : on remarque que les dents de poisson sont polies et usées à l'extrémité, et qu'elles ont servi pendant le temps que l'animal étoit vivant.

On trouve aussi presque partout, dans la terre, des coquillages de la même espèce, dont les uns sont petits, les autres gros, les uns jeunes, les autres vieux; quelques-uns imparfaits, d'autres entièrement parfaits : on en voit même de petits et de jeunes attachés aux gros.

Le poisson à coquille appelé *purpura* a une langue fort longue, dont l'extrémité est osseuse et pointue; elle lui sert comme de tarière pour percer les coquilles des autres poissons et pour se nourrir de leur chair : on trouve communément dans les terres, des coquilles qui sont percées de cette façon; ce qui est une preuve incontestable qu'elles renfermoient autrefois des poissons vivans, et que ces poissons habitoient dans des endroits où il y avoit aussi des coquillages de pourpre qui s'en étoient nourris [1].

Les obélisques de Saint-Pierre de Rome, de Saint-Jean de Latran, de la place Navone, viennent, à ce qu'on prétend, des pyramides d'Égypte; elles sont de granite rouge, lequel est une espèce de roc vif ou de grès fort dur. Cette matière, comme je l'ai dit, ne contient point de coquilles; mais les anciens marbres africains et égyptiens, et certains porphyres, sont remplis de coquilles. Le porphyre calcaire est composé d'un nombre infini de pointes de l'espèce d'oursin que nous appelons châtaigne de mer; elles sont posées assez près les unes des autres, et forment tous les petits points blancs qui sont dans ce porphyre. Chacun de ces points blancs laisse voir encore dans son milieu un petit point noir, qui est la section du conduit longitudinal de la pointe de l'oursin. Il y a en Bourgogne, dans un lieu appelé Ficin, à trois lieues de Dijon, une pierre rouge tout-à-fait semblable au porphyre par sa composition, et qui n'en diffère que par la dureté, n'ayant que celle du marbre, qui n'est pas, à beaucoup près, si grande que celle du porphyre; elle est entièrement composée de pointes d'oursin, et elle est très-considérable par l'étendue de son lit de carrière et par son épaisseur: on en a fait de très-beaux ouvrages dans cette province, et notamment les gradins du piédestal de la figure équestre de Louis-le-Grand, qu'on a élevée au milieu de la place Royale à Dijon. Cette pierre n'est pas la seule de cette espèce que je connoisse : il y a, dans la même province de Bourgogne, près de la ville de Montbard, une carrière considérable de pierre composée comme le porphyre, mais dont la dureté est encore moindre que celle du marbre. Ce porphyre tendre est composé comme ce porphyre calcaire, et il contient même une plus grande quantité de pointes d'oursins, et beaucoup moins de matière rouge.

En Toscane, dans les pierres dont étoient bâtis les anciens murs de la ville de Volaterra, il y a une grande quantité de coquillages, et cette muraille étoit faite il y a deux mille cinq cents ans [2]. Les marbres antiques et les autres pierres des plus anciens monumens contiennent donc des coquilles, des pointes d'oursins et d'autres débris des productions marines, comme les marbres que nous tirons aujourd'hui de nos carrières. Ainsi on ne peut pas douter, indépendamment même du témoignage sacré de l'Écriture-Sainte, qu'avant le déluge la terre n'ait été composée des mêmes matières dont elle l'est aujourd'hui.

Par tout ce que nous venons de dire, on peut être assuré qu'on trouve des coquilles pétrifiées en Europe, en Asie et en Afrique, dans tous les lieux où le hasard a conduit les observateurs : on en trouve aussi en Amérique, au Brésil, dans le Tucuman, dans les terres Magellaniques, et en si grande quantité dans les îles Antilles, qu'au dessous de la terre labourable, le fond, que les habitans appellent la chaux, n'est autre chose qu'un composé de coquilles, de madrépores, d'astroïtes, et d'autres productions de la mer. Ces observations, qui sont certaines, m'auroient fait penser qu'il y a de même des coquilles et d'autres productions marines pétrifiées dans la plus grande partie du continent de l'Amérique, et surtout dans les montagnes, comme l'assure Woodward : cependant M. de La Condamine, qui a demeuré pendant plusieurs années au Pérou, m'a assuré qu'il n'en avoit pas vu dans les Cordilières; qu'il en avoit cherché inutilement, et qu'il ne croyait pas qu'il y en eût. Cette exception seroit singulière, et les conséquences qu'on en pourroit tirer le seroient encore plus : mais

1. Voyez Woodward, pages 296 et 300.

2. Voyez Sténon *in prodromo Diss. de solido intra solidum*, page 63.

j'avoue que, malgré le témoignage de ce célèbre observateur, je doute encore à cet égard, et je suis très-porté à croire qu'il y a dans les montagnes du Pérou, comme partout ailleurs, des coquilles et d'autres pétrifications marines, mais qu'elles ne se sont pas offertes à ses yeux. On sait qu'en matière de témoignage, deux témoins positifs qui assurent avoir vu suffisent pour faire preuve complète, tandis que mille et dix mille témoins négatifs, et qui assurent seulement n'avoir pas vu, ne peuvent que faire naître un doute léger : c'est pour cette raison, et parce que la force de l'analogie m'y contraint, que je persiste à croire qu'on trouvera des coquilles sur les montagnes du Pérou, comme on en trouve presque partout ailleurs, surtout si on les cherche sur la croupe de la montagne, et non pas au sommet.

Les montagnes les plus élevées sont ordinairement composées, au sommet, de roc vif, de granite, de grès et d'autres matières vitrifiables, qui ne contiennent que peu ou point de coquilles. Toutes ces matières se sont formées dans les couches du sable de la mer qui recouvroient le dessus de ces montagnes. Lorsque la mer a laissé à découvert ces sommets de montagnes, les sables ont coulé dans les plaines, où ils ont été entraînés par la chute des eaux, des pluies, etc., de sorte qu'il n'est demeuré au dessus des montagnes que des rochers qui s'étoient formés dans l'intérieur de ces couches de sable. A 200, 300 ou 400 toises plus bas que le sommet de ces montagnes, on trouve souvent des matières toutes différentes de celles du sommet, c'est-à-dire des pierres, des marbres et d'autres matières calcinables, lesquelles sont disposées par couches parallèles, et contiennent toutes des coquilles et d'autres productions marines : ainsi il n'est pas étonnant que M. de La Condamine n'ait pas trouvé de coquilles sur ces montagnes, surtout s'il les a cherchées dans les lieux les plus élevés, et dans les parties de ces montagnes qui sont composées de roc vif, de grès ou de sable vitrifiable; mais au dessous de ces couches de sable et de ces rochers qui font le sommet, il doit y avoir, dans les Cordilières, comme dans toutes les autres montagnes, des couches horizontales de pierres, de marbres, de terres, etc., où il se trouvera des coquilles; car dans tous les pays du monde où l'on a fait des observations, on en a toujours trouvé dans ces couches.

Mais supposons un instant que ce fait soit vrai, et qu'en effet il n'y ait aucune production marine dans les montagnes du Pérou, tout ce qu'on en conclura ne sera nullement contraire à notre théorie, et il pourroit bien se faire, absolument parlant, qu'il y ait sur le globe des parties qui n'aient jamais été sous les eaux de la mer, et surtout des parties aussi élevées que le sont les Cordilières : mais, en ce cas, il y aurait de belles observations à faire sur ces montagnes; car elles ne seroient pas composées de couches parallèles entre elles, comme les autres le sont. Les matières seroient aussi fort différentes de celles que nous connoissons; il n'y auroit point de fentes perpendiculaires; la composition des rochers et des pierres ne ressembleroit point du tout à la composition des rochers et des pierres des autres pays; et enfin, nous trouverions dans ces montagnes l'ancienne structure de la terre telle qu'elle étoit originairement, et avant que d'être changée et altérée par le mouvement des eaux : nous verrions dans ces climats le premier état du globe, les matières anciennes dont il étoit composé, la forme, la liaison, et l'arrangement naturel de la terre, etc. Mais c'est trop espérer, et sur des fondemens trop légers, et je pense qu'il faut nous borner à croire qu'on y trouvera des coquilles, comme on en trouve partout ailleurs.

A l'égard de la manière dont ces coquilles sont disposées et placées dans les couches de terre ou de pierre, voici ce qu'en dit Woodward : « Tous les coquillages qui se trouvent dans une infinité de couches de terres et de bancs de rochers, sur les plus hautes montagnes et dans les carrières et les mines les plus profondes, dans les cailloux de cornaline, de calcédoine, etc., et dans les masses de soufre, de marcassites, et d'autres matières minérales et métalliques, sont remplis de la matière même qui forme les bancs ou les couches, ou les masses qui les renferment, et jamais d'aucune matière hétérogène. La pesanteur spécifique des différentes espèces de sables ne diffère que très-peu, étant généralement, par rapport à l'eau, comme 2 4/9 ou 2 9/16 à 1; et les coquilles de pétoncles, qui sont à peu près de la même pesanteur, s'y trouvent ordinairement renfermées en grand nombre, tandis qu'on a de la peine à y trouver des écailles d'huîtres, dont la pesanteur spécifique n'est environ que comme 2 1/3 à 1, de hérissons de mer, dont la pesanteur n'est que comme 2 ou 2 1/8 à 1, ou d'autres espèces de coquilles plus légères : mais au

contraire, dans la craie, qui est plus légère que la pierre, n'étant à la pesanteur de l'eau que comme environ 2 1/10 à 1, on ne trouve que des coquilles de hérissons de mer et d'autres espèces de coquilles plus légères. »

Il faut observer que ce que dit ici Woodward ne doit pas être regardé comme règle générale; car on trouve des coquilles plus légères et plus pesantes dans les mêmes matières; par exemple, des pétoncles, des huîtres, et des oursins dans les mêmes pierres et dans les mêmes terres; et même on peut voir au Cabinet du Roi un pétoncle pétrifié en cornaline, et des oursins pétrifiés en agate : ainsi la différence de la pesanteur spécifique des coquilles n'a pas influé, autant que le prétend Woodward, sur le lieu de leur position dans les couches de terre; et la vraie raison pourquoi les coquilles d'oursins, et d'autres aussi légères, se trouvent plus abondamment dans les craies, c'est que la craie n'est qu'un détriment de coquilles, et que celles des oursins étant plus légères, moins épaisses, et plus friables que les autres, elles auront été aisément réduites en poussière et en craie; en sorte qu'il ne se trouve des couches de craie que dans les endroits où il y avoit anciennement sous les eaux de la mer une grande abondance de ces coquilles légères, dont les débris ont formé la craie dans laquelle nous trouvons celles qui, ayant résisté au choc et aux frottemens, se sont conservées tout entières, ou du moins en parties assez grandes pour que nous puissions les reconnoître.

Nous traiterons ceci plus à fond dans notre discours sur les minéraux; contentons-nous seulement d'avertir ici qu'il faut encore donner une modification aux expressions de Woodward : il paroît dire qu'on trouve des coquilles dans les cailloux, dans les cornalines, dans les calcédoines, dans les mines, dans les masses de soufre, aussi souvent et en aussi grand nombre que dans les autres matières, au lieu que la vérité est qu'elles sont très-rares dans toutes les matières vitrifiables ou purement inflammables, et qu'au contraire elles sont en prodigieuse abondance dans les craies, dans les marnes, dans les marbres, et dans les pierres : en sorte que nous ne prétendons pas dire ici qu'absolument les coquilles les plus légères sont dans les matières légères, et les plus pesantes dans celles qui sont aussi les plus pesantes, mais seulement qu'en général cela se trouve plus souvent ainsi qu'autrement. A la vérité, elles sont toutes également remplies de la substance même qui les environne, aussi bien celles qu'on trouve dans les couches horizontales que celles qu'on trouve en plus petit nombre dans les matières qui occupent les fentes pependiculaires, parce qu'en effet les unes et les autres ont été également formées par les eaux, quoique en différens temps et de différentes façons, les couches horizontales de pierre, de marbre, etc., ayant été formées par les grands mouvemens des ondes de la mer, et les cailloux, les cornalines, les calcédoines, et toutes les matières qui sont dans les fentes perpendiculaires, ayant été produites par le mouvement particulier d'une petite quantité d'eau chargée de différens sucs lapidifiques, métalliques, etc.; et dans les deux cas, ces matières étoient réduites en poudre fine et impalpable, qui a rempli l'intérieur des coquilles si pleinement et si absolument, qu'elle n'y a pas laissé le moindre vide, et qu'elle s'en est fait autant de moules, à peu près comme on voit un cachet se mouler sur le tripoli.

Il y a donc dans les pierres, dans les marbres, etc., une multitude très-grande de coquilles qui sont entières, belles, et si peu altérées, qu'on peut aisément les comparer avec les coquilles qu'on conserve dans les cabinets ou qu'on trouve sur les rivages de la mer : elles ont précisément la même figure et la même grandeur; elles sont de la même substance, et leur tissu est le même; la matière particulière qui les compose est la même; elle est disposée et arrangée de la même manière; la direction de leurs fibres et des lignes spirales est la même, la composition des petites lames formées par les fibres est la même dans les unes et les autres : on voit dans le même endroit les vestiges ou insertions des tendons par le moyen desquels l'animal étoit attaché et joint à sa coquille; on y voit les mêmes tubercules, les mêmes *stries*, les mêmes cannelures; enfin, tout est semblable, soit au dedans, soit au dehors de la coquille, dans sa cavité ou sur sa convexité, dans sa substance ou sur sa superficie. D'ailleurs, ces coquillages fossiles sont sujets aux mêmes accidens ordinaires que les coquillages de la mer; par exemple, ils sont attachés les plus petits aux plus gros; ils ont des conduits vermiculaires; on y trouve des perles et d'autres choses semblables qui ont été produites par l'animal lorsqu'il habitoit sa coquille; leur gravité spécifique est exactement la même que celle

de leur espèce qu'on trouve actuellement dans la mer, et par la chimie on y trouve les mêmes choses; en un mot, ils ressemblent exactement à ceux de la mer.

J'ai souvent observé moi-même avec une espèce d'étonnement, comme je l'ai déjà dit, des montagnes entières, des chaînes de rochers, des bancs énormes de carrières, tous composés de coquilles et d'autres débris de productions marines, qui y sont en si grande quantité, qu'il n'y a pas à beaucoup près autant de volume dans la matière qui les lie.

J'ai vu des champs labourés dans lesquels toutes les pierres étoient des pétoncles pétrifiés; en sorte qu'en fermant les yeux et ramassant au hasard, on pouvoit parier de ramasser un pétoncle : j'en ai vu d'entièrement couverts de cornes d'ammon, d'autres dont toutes les pierres étoient des cœurs-de-bœuf ou *bucardites* pétrifiés; et plus on examinera la terre, plus on sera convaincu que le nombre de ces pétrifications est infini, et on en conclura qu'il est impossible que tous les animaux qui habitoient ces coquilles aient existé dans le même temps.

J'ai même fait une observation en cherchant ces coquilles, qui peut être de quelque utilité; c'est que dans tous les pays où l'on trouve dans les champs et dans les terres labourables un très-grand nombre de ces coquilles pétrifiées, comme pétoncles, cœurs-de-bœuf, etc., entières, bien conservées, et totalement séparées, on peut être assuré que la pierre de ces pays est *gélisse*. Ces coquilles ne s'en sont séparées en si grand nombre que par l'action de la gelée, qui détruit la pierre et laisse subsister plus longtemps la coquille pétrifiée.

Cette immense quantité de fossiles marins que l'on trouve en tant d'endroits, prouve qu'ils n'y ont pas été transportés par un déluge; car on observe plusieurs milliers de gros rochers et des carrières dans tous les pays où il y a des marbres et de la pierre à chaux, qui sont toutes remplies de vertèbres d'étoiles de mer, de pointes d'oursins, de coquillages, et d'autres débris de productions marines. Or, si ces coquilles qu'on trouve partout eussent été amenées sur la terre sèche par un déluge ou par une inondation, la plus grande partie seroit demeurée sur la surface de la terre, ou du moins elles ne seroient pas enterrées à une grande profondeur, et on ne les trouveroit pas dans les marbres les plus solides à sept ou huit cents pieds de profondeur.

Dans toutes les carrières ces coquilles font partie de la pierre à l'intérieur; et on en voit quelquefois à l'extérieur qui sont recouvertes de stalactites qui, comme l'on sait, ne sont pas des matières aussi anciennes que la pierre qui contient les coquilles. Une seconde preuve que cela n'est point arrivé par un déluge, c'est que les os, les cornes, les ergots, les ongles, etc., ne se trouvent que très-rarement, et peut-être point du tout, renfermés dans les marbres et dans les autres pierres dures; tandis que si c'étoit l'effet d'un déluge où tout auroit péri on y devroit trouver les restes des animaux de la terre aussi bien que ceux des mers [1].

C'est, comme nous l'avons dit, une supposition bien gratuite, que de prétendre que toute la terre a été dissoute dans l'eau au temps du déluge, et on ne peut donner quelque fondement à cette idée, qu'en supposant un second miracle, qui auroit donné à l'eau la propriété d'un dissolvant universel; miracle dont il n'est fait aucune mention dans l'Écriture-Sainte. D'ailleurs ce qui anéantit la supposition, et la rend même contradictoire, c'est que toutes les matières ayant été dissoutes dans l'eau, les coquilles ne l'ont pas été, puisque nous les trouvons entières et bien conservées dans toutes les masses qu'on prétend avoir été dissoutes : cela prouve évidemment qu'il n'y a jamais eu de telle dissolution, et que l'arrangement des couches horizontales et parallèles ne s'est pas fait en un instant, mais par les sédimens qui se sont amoncelés peu à peu, et qui ont enfin produit des hauteurs considérables par la succession des temps; car il est évident, pour tous les gens qui se donneront la peine d'observer, que l'arrangement de toutes les matières qui composent le globe est l'ouvrage des eaux. Il n'est donc question que de savoir si cet arrangement a été fait dans le même temps : or nous avons prouvé qu'il n'a pu se faire dans le même temps, puisque les matières ne gardent pas l'ordre de la pesanteur spécifique, et qu'il n'y a pas eu de dissolution générale de toutes les matières; donc cet arrangement a été produit par les eaux, ou plutôt par les sédimens qu'elles ont déposés dans la succession des temps : toute autre révolution, tout autre mouvement, toute autre cause, auroit produit un arrangement très-différent. D'ailleurs, un accident particulier, une révolution, ou un bouleversement, n'auroit pas produit un pareil effet dans le

1. Voyez *Ray's Discourses*, pages 178 et suiv.

globe tout entier ; et si l'arrangement des terres et des couches avoit pour cause des révolutions particulières et accidentelles, on trouveroit les pierres et les terres disposées différemment en différens pays, au lieu qu'on les trouve partout disposées de même par couches parallèles, horizontales, ou également inclinées.

Voici ce que dit à ce sujet l'historien de l'Académie [1] :

« Des vestiges très-anciens et en très-grand nombre d'inondations qui ont dû être très-étendues, et la manière dont on est obligé de concevoir que les montagnes se sont formées, prouvent assez qu'il est arrivé autrefois à la surface de la terre de grandes révolutions. Autant qu'on en a pu creuser, on n'a presque vu que des ruines, des débris, de vastes décombres entassés pêle-mêle, et qui, par une longue suite de siècles, se sont incorporés ensemble, et unis en une seule masse le plus qu'il a été possible : s'il y a dans le globe de la terre quelque espèce d'organisation régulière, elle est plus profonde, et par conséquent nous sera toujours inconnue, et toutes nos recherches se termineront à fouiller dans les ruines de la croûte extérieure; elles donneront encore assez d'occupations aux philosophes.

« M. de Jussieu a trouvé aux environs de Saint-Chaumont, dans le Lyonnois, une grande quantité de pierres écailleuses ou feuilletées, dont presque tous les feuillets portoient sur leur superficie l'empreinte ou d'un bout de tige, ou d'une feuille, ou d'un fragment de feuille de quelque plante : les représentations de feuilles étoient toujours exactement étendues, comme si on avoit collé les feuilles sur les pierres avec la main; ce qui prouve qu'elles avoient été apportées par de l'eau qui les avoit tenues en cet état; elles étoient en différentes situations, et quelquefois deux ou trois se croisoient.

« On imagine bien qu'une feuille déposée par l'eau sur une vase molle, et couverte ensuite d'une autre vase pareille, imprime sur l'une l'image de l'une de ses deux surfaces, et sur l'autre l'image de l'autre surface ; de sorte que ces deux lames de vase étant durcies et pétrifiées, elles porteront chacune l'empreinte d'une face différente. Mais ce qu'on auroit cru devoir être, n'est pas : les deux lames ont l'empreinte de la même face de la feuille, l'une en relief, et l'autre en creux. M. de Jussieu a observé, dans toutes ces pierres figurées de Saint-Chaumont, ce phénomène, qui est assez bizarre; nous lui en laissons l'explication, pour passer à ce que ces sortes d'observations ont de plus général et de plus intéressant.

« Toutes les plantes gravées dans les pierres de Saint-Chaumont sont des plantes étrangères; non seulement elles ne se trouvent ni dans le Lyonnois, ni dans le reste de la France, mais elles ne sont que dans les Indes orientales et dans les climats chauds de l'Amérique : ce sont la plupart des plantes capillaires, et souvent en particulier des fougères. Leur tissu dur et serré les a rendues plus propres à se graver et à se conserver dans les moules autant de temps qu'il a fallu. Quelques feuilles de plantes des Indes, imprimées dans les pierres d'Allemagne, ont paru étonnantes à M. Leibnitz : voici la même merveille infiniment multipliée ; il semble même qu'il y ait à cela une certaine affectation de la nature; dans toutes les pierres de Saint-Chaumont on ne trouve pas une seule plante du pays.

« Il est certain, par les coquillages des carrières et des montagnes, que ce pays, ainsi que beaucoup d'autres, à dû autrefois être couvert par l'eau de la mer; mais comment la mer d'Amérique ou celle des Indes orientales y est-elle venue?

« On peut, pour satisfaire à plusieurs phénomènes, supposer avec assez de vraisemblance, que la mer a couvert tout le globe de la terre : mais alors il n'y avoit point de plantes terrestres; et ce n'est qu'après ce temps-là, et lorsqu'une partie du globe a été découverte, qu'il s'est pu faire les grandes inondations qui ont transporté des plantes d'un pays dans d'autres fort éloignés.

« M. de Jussieu croit que comme le lit de la mer hausse toujours par les terres, le limon, les sables que les rivières y charrient incessamment, des mers renfermées d'abord entre certaines digues naturelles sont venues à les surmonter, et se sont répandues au loin. Que les digues aient elles-mêmes été minées par les eaux, et s'y soient renversées, ce sera encore le même effet, pourvu qu'on les suppose d'une grandeur énorme. Dans les premiers temps de la formation de la terre, rien n'avoit encore pris une forme réglée et arrêtée ; il a pu se faire alors des révolutions prodigieuses et subites dont nous ne voyons plus d'exemple, parce que tout est venu à peu près à un état de consistance, qui n'est pourtant pas tel, que

1. Année 1718, pages 3 et suiv.

les changemens lents et peu considérables qui arrivent, ne nous donnent lieu d'en imaginer comme possibles d'autres de même espèce, mais plus grands et prompts.

« Par quelqu'une de ces grandes révolutions, la mer des Indes, soit orientales, soit occidentales, aura été poussée jusqu'en Europe, et y aura apporté des plantes étrangères flottantes sur ses eaux; elle les avoit arrachées en chemin, et les alloit déposer doucement dans les lieux où l'eau n'étoit qu'en petite quantité, et pouvoit s'évaporer. »

Il me seroit facile d'ajouter à l'énumération des amas de coquilles qui se trouvent dans toutes les parties du monde, un très-grand nombre d'observations particulières qui m'ont été communiquées depuis trente-quatre ans. J'ai reçu des lettres des îles de l'Amérique, par lesquelles on m'assure que presque dans toutes on trouve des coquilles dans leur état de nature ou pétrifiées dans l'intérieur de la terre, et souvent sous la première couche de la terre végétale; M. de Bougainville a trouvé aux îles Malouines des pierres qui se divisent par feuillets, sur lesquelles on remarquoit des empreintes de coquilles fossiles d'une espèce inconnue dans ces mers. J'ai reçu des lettres de plusieurs endroits des Grandes-Indes et de l'Afrique, où l'on me marque les mêmes choses. Don Ulloa nous apprend (t. III, p. 314 de son *Voyage*), qu'au Chili, dans le terrain qui s'étend depuis Talcaguano jusqu'à la Conception, l'on trouve des coquilles de différentes espèces en très-grande quantité et sans aucun mélange de terre, et que c'est avec ces coquilles que l'on fait de la chaux. Il ajoute que cette particularité ne seroit pas si remarquable, si l'on ne trouvoit ces coquilles que dans les lieux bas et dans d'autres parages sur lesquels la mer auroit pu les couvrir; mais que ce qu'il y a de singulier, dit-il, c'est que les mêmes tas de coquilles se trouvent dans les collines à 50 toises de hauteur au dessus du niveau de la mer. Je ne rapporte pas ce fait comme singulier, mais seulement comme s'accordant avec tous les autres, et comme étant le seul qui me soit connu sur les coquilles fossiles de cette partie du monde, où je suis très-persuadé qu'on trouveroit, comme partout ailleurs, des pétrifications marines, à des hauteurs bien plus grandes que 50 toises au dessus du niveau de la mer : car le même don Ulloa a trouvé depuis des coquilles pétrifiées dans les montagnes du Pérou à plus de 2,000 toises de hauteur; et, selon M. Kalm, on voit des coquillages dans l'Amérique septentrionale, sur les sommets de plusieurs montagnes; il dit en avoir vu lui-même sur le sommet de la montagne Bleue. On en trouve aussi dans les craies des environs de Montréal, dans quelques pierres qui se tirent près du lac Champlain en Canada, et encore dans les parties les plus septentrionales de ce nouveau continent, puisque les Groenlandois croient que le monde a été noyé par un déluge, et qu'ils citent pour garant de cet événement les coquilles et les os de baleine qui couvrent les montagnes les plus élevées de leur pays.

Si de là on passe en Sibérie, on trouvera également des preuves de l'ancien séjour des eaux de la mer sur tous nos continens. Près de la montagne de Jéniséik, on voit d'autres montagnes moins élevées, sur le sommet desquelles on trouve des amas de coquilles bien conservées dans leur forme et leur couleur naturelles : ces coquilles sont toutes vides, et quelques-unes tombent en poudre dès qu'on les touche; *la mer de cette contrée n'en fournit plus de semblables;* les plus grandes ont un pouce de large, d'autres sont très-petites.

Mais je puis encore citer des faits qu'on sera bien plus à portée de vérifier : chacun dans sa province n'a qu'à ouvrir les yeux, il verra des coquilles dans tous les terrains d'où l'on tire de la pierre pour faire de la chaux; il en trouvera aussi dans la plupart des glaises, quoique en général ces productions marines y soient en bien plus petite quantité que dans les matières calcaires.

Dans le territoire de Dunkerque, au haut de la montagne des Récollets, près de celle de Cassel, à 400 pieds du niveau de la basse mer, on trouve un lit de coquillages horizontalement placés et si fortement entassés, que la plus grande partie en sont brisés, et par dessus ce lit, une couche de 7 ou 8 pieds de terre et plus; c'est à six lieues de distance de la mer, et ces coquilles sont de la même espèce que celles qu'on trouve actuellement dans la mer.

Au mont Gannelon près d'Anet, à quelque distance de Compiègne, il y a plusieurs carrières de très-belles pierres calcaires, entre les différens lits desquelles il se trouve du gravier mêlé d'une infinité de coquilles ou de portions de coquilles marines très-légères et fort friables : on y trouve aussi des lits d'huîtres ordinaires de la plus belle conservation, dont l'étendue est de plus de cinq quarts de lieue en longueur. Dans l'une de ces carrières il se trouve trois lits de co-

quilles dans différens états : dans deux de ces lits elles sont réduites en parcelles, et on ne peut en reconnoître les espèces, tandis que dans le troisième lit, ce sont des huîtres qui n'ont souffert d'autre altération qu'une sécheresse excessive : la nature de la coquille, l'émail, et la figure sont les mêmes que dans l'analogue vivant; mais ces coquilles ont acquis de la légèreté et se détachent par feuillets. Ces carrières sont au pied de la montagne et un peu en pente. En descendant dans la plaine on trouve beaucoup d'huîtres, qui ne sont ni changées, ni dénaturées, ni desséchées comme les premières; elles ont le même poids et le même émail que celles que l'on tire tous les jours de la mer [1].

Aux environs de Paris, les coquilles marines ne sont pas moins communes que dans les endroits qu'on vient de nommer. Les carrières de Bougival, où l'on tire de la marne, fournissent une espèce d'huîtres d'une moyenne grandeur : on pourroit les appeler *huîtres tronquées*, *ailées*, *et lisses*, parce qu'elles ont le talon aplati, et qu'elles sont comme tronquées en devant. Près de Belleville, où l'on tire du grès, on trouve une masse de sable dans la terre, qui contient des corps branchus, qui pourroient bien être du corail ou des madrépores devenus grès; ces corps marins ne sont pas dans le sable même, mais dans les pierres, qui contiennent aussi des coquilles de différens genres, telles que des vis, des univalves, et des bilvalves.

La Suisse n'est pas moins abondante en corps marins fossiles que la France et les autres contrées dont on vient de parler; on trouve au *mont Pilate*, dans le canton de Lucerne, des coquillages de mer pétrifiés, des arêtes et des carcasses de poissons. C'est au dessous de la *corne du Dôme* où l'on en rencontre le plus; on y a aussi trouvé du corail, des pierres d'ardoises qui se lèvent aisément par feuillets, dans lesquelles on trouve presque toujours un poisson. Depuis quelques années on a même trouvé des mâchoires et des crânes entiers de poissons, garnis de leurs dents.

M. Altman observe que dans une des parties les plus élevées des Alpes aux environs de Grindelvald, où se forment les fameux *Gletchers*, il y a de très-belles carrières de marbre, qu'il a fait graver sur une des planches qui représentent ces montagnes : ces carrières de marbre ne sont qu'à quelques pas de distance du *Gletcher*. Ces marbres sont de différentes couleurs ; il y en a du jaspé, du blanc, du jaune, du rouge, du vert : on transporte l'hiver ces marbres sur des traîneaux par dessus les neiges jusqu'à Underseen, où on les embarque pour les mener à Berne par le lac de Thorne, et ensuite par la rivière d'Are. Ainsi les marbres et les pierres calcaires se trouvent, comme l'on voit, à une très-grande hauteur dans cette partie des Alpes.

M. Cappeler, en faisant des recherches sur le mont Grimsel (dans les Alpes), a observé que les collines et les monts peu élevés qui confinent aux vallées, sont en bonne partie composés de pierre de taille ou pierre mollasse, d'un grain plus ou moins fin et plus ou moins serré. Les sommités des monts sont composées, pour la plupart, de pierre à chaux de différentes couleurs et dureté : les montagnes plus élevées que ces rochers calcaires sont composées de granites et d'autres pierres qui paroissent tenir de la nature du granite et de celle de l'émeri; c'est dans ces pierres graniteuses que se fait la première génération du cristal de roche, au lieu que dans les bancs de pierre à chaux qui sont au dessous, l'on ne trouve que des concrétions calcaires et des spaths. En général, on a remarqué sur toutes les coquilles, soit fossiles, soit pétrifiées, qu'il y a de certaines espèces qui se rencontrent constamment ensemble, tandis que d'autres ne se trouvent jamais dans ces mêmes endroits. Il en est de même dans la mer, où certaines espèces de ces animaux testacés se tiennent constamment ensemble, de même que certaines plantes croissent toujours ensemble, à la surface de la terre [2].

On a prétendu trop généralement qu'il n'y avoit point de coquilles ni d'autres productions de la mer sur les plus hautes montagnes. Il est vrai qu'il y a plusieurs sommets et un grand nombre de pics qui ne sont composés que de granites et de rochers vitrescibles, dans lesquels on n'aperçoit aucun mélange, aucune empreinte de coquilles ni d'aucun autre débris des productions marines; mais il y a un bien plus grand nombre de montagnes, et même quelques-unes fort élevées, où l'on trouve de ces débris marins. M. Costa, professeur d'anatomie et de botanique en l'université de Perpignan, a trouvé, en 1774, sur la montagne de Nas, située au midi de la Cerdagne es-

1. Extrait d'une lettre de M. Leschevin à M. de Buffon, Compiègne, le 8 octobre 1772.

2. *Lettres philosophiques* de M. Bourguet. *Bibliothèque raisonnée*, mois d'avril, mai et juin 1730.

pagnole, l'une des plus hautes parties des Pyrénées, à quelques toises au dessous du sommet de cette montagne, une très-grande quantité de pierres *lenticulées*, c'est-à-dire des blocs composés de pierres lenticulaires, et ces blocs étoient de différentes formes et de différens volumes; les plus gros pouvoient peser quarante ou cinquante livres. Il a observé que la partie de la montagne où ces pierres lenticulaires se trouvent sembloit s'être affaissée; il vit en effet dans cet endroit une dépression irrégulière, oblique, très-inclinée à l'horizon, dont une des extrémités regarde le haut de la montagne, et l'autre le bas. Il ne put apercevoir distinctement les dimensions de cet affaissement à cause de la neige qui le recouvroit presque partout, quoique ce fût au mois d'août. Les bancs de pierres qui environnent ces pierres lenticulées, ainsi que ceux qui sont immédiatement au dessous, sont calcaires jusqu'à plus de cent toises toujours en descendant. Cette montagne de Nas, à en juger par le coup d'œil, semble aussi élevée que le Canigou; elle ne présente nulle part aucune trace de volcan.

Je pourrois citer cent et cent autres exemples de coquilles marines trouvées dans une infinité d'endroits, tant en France que dans les différentes provinces de l'Europe; mais ce seroit grossir inutilement cet ouvrage de faits particuliers déjà trop multipliés, et dont on ne peut s'empêcher de tirer la conséquence très-évidente que nos terres actuellement habitées ont autrefois été, et pendant fort long-temps, couvertes par les mers.

Je dois seulement observer, et on vient de le voir, qu'on trouve ces coquilles marines dans des états différens : les unes pétrifiées, c'est-à-dire moulées sur une matière pierreuse; et les autres dans leur état naturel, c'est-à-dire telles qu'elles existent dans la mer. La quantité de coquilles pétrifiées, qui ne sont proprement que des pierres figurées par les coquilles, est infiniment plus grande que celle des coquilles fossiles, et ordinairement on ne trouve pas les unes et les autres ensemble, ni même dans les lieux contigus. Ce n'est guère que dans le voisinage, et à quelques lieues de distance de la mer, que l'on trouve des lits de coquilles dans leur état de nature, et ces coquilles sont communément les mêmes que dans les mers voisines : c'est au contraire dans les terres plus éloignées de la mer et sur les plus hautes collines que l'on trouve presque partout des coquilles pétrifiées dont un grand nombre d'espèces n'appartiennent point à nos mers, et dont plusieurs même n'ont aucun analogue vivant; ce sont ces espèces anciennes dont nous avons parlé, qui n'ont existé que dans les temps de la grande chaleur du globe. De plus de cent espèces de cornes d'ammon que l'on pourroit compter, dit un de nos savans académiciens, et qui se trouvent en France aux environs de Paris, de Rouen, de Dive, de Langres et de Lyon, dans les Cévennes, en Provence et en Poitou, en Angleterre, en Allemagne et dans d'autres contrées de l'Europe, il n'y en a qu'une seule espèce nommée *nautilus papyraceus,* qui se trouve dans nos mers, et cinq à six espèces qui naissent dans les mers étrangères. (*Add. Buff.*)

ARTICLE IX.

Sur les inégalités de la surface de la terre.

Les inégalités qui sont à la surface de la terre, qu'on pourroit regarder comme une imperfection à la figure du globe, sont en même temps une disposition favorable et qui étoit nécessaire pour conserver la végétation et la vie sur le globe terrestre : il ne faut, pour s'en assurer, que se prêter un instant à concevoir ce que seroit la terre, si elle étoit égale et régulière à sa surface; on verra qu'au lieu de ces collines agréables d'où coulent des eaux pures qui entretiennent la verdure de la terre, au lieu de ces campagnes riches et fleuries où les plantes et les animaux trouvent aisément leur subsistance, une triste mer couvriroit le globe entier, et qu'il ne resteroit à la terre de tous ses attributs, que celui d'être une planète obscure, abandonnée et destinée tout au plus à l'habitation des poissons.

Mais indépendamment de la nécessité morale, laquelle ne doit que rarement faire preuve en philosophie, il y a une nécessité physique pour que la terre soit irrégulière à sa surface; et cela, parce qu'en la supposant même parfaitement régulière dans son origine, le mouvement des eaux, les feux souterrains, les vents et les autres causes extérieures auroient nécessairement produit à la longue des irrégularités semblables à celles que nous voyons.

Les plus grandes inégalités sont les profondeurs de l'Océan, comparées à l'élévation des montagnes: cette profondeur de l'Océan est fort différente, même à de grandes distances des terres; on prétend qu'il y a des

endroits qui ont jusqu'à une lieue de profondeur : mais cela est rare, et les profondeurs les plus ordinaires sont depuis 60 jusqu'à 150 brasses. Les golfes et les parages voisins des côtes sont bien moins profonds, et les détroits sont ordinairement les endroits de la mer où l'eau a le moins de profondeur.

Pour sonder les profondeurs de la mer, on se sert ordinairement d'un morceau de plomb de 30 ou 40 livres, qu'on attache à une petite corde. Cette manière est fort bonne pour les profondeurs ordinaires : mais lorsqu'on veut sonder de grandes profondeurs, on peut tomber dans l'erreur, et ne pas trouver de fond où cependant il y en a, parce que la corde étant spécifiquement moins pesante que l'eau, il arrive, après qu'on en a beaucoup dévidé, que le volume de la sonde et celui de la corde ne pèsent plus qu'autant ou moins qu'un pareil volume d'eau : dès lors la sonde ne descend plus, elle s'éloigne en ligne oblique, en se tenant toujours à la même hauteur : ainsi, pour sonder de grandes profondeurs, il faudroit une chaîne de fer ou d'autre matière plus pesante que l'eau. Il est assez probable que c'est faute d'avoir fait cette attention, que les navigateurs nous disent que la mer n'a pas de fond dans une si grande quantité d'endroits.

En général, les profondeurs dans les hautes mers augmentent ou diminuent d'une manière assez uniforme; et ordinairement plus on s'éloigne des côtes, plus la profondeur est grande : cependant cela n'est pas sans exception, et il y a des endroits au milieu de la mer où l'on trouve des écueils, comme aux Abrolhos dans la mer Atlantique; d'autres où il y a des bancs d'une étendue très-considérable, comme le grand banc, le banc appelé le Borneur dans notre Océan, les bancs et les bas-fonds de l'Océan indien, etc.

De même le long des côtes les profondeurs sont fort inégales : cependant on peut donner comme une règle certaine, que la profondeur de la mer à la côte est toujours proportionnée à la hauteur de cette même côte, en sorte que si la côte est fort élevée, la profondeur sera fort grande; et, au contraire, si la plage est basse et le terrain plat, la profondeur est fort petite, comme dans les fleuves où les rivages élevés annoncent toujours beaucoup de profondeur, et où les grèves et les bords de niveau montrent ordinairement un gué, ou du moins une profondeur médiocre.

Il est encore plus aisé de mesurer la hauteur des montagnes que de sonder les profondeurs des mers, soit au moyen de la géométrie pratique, soit par le baromètre : cet instrument peut donner la hauteur d'une montagne fort exactement, surtout dans les pays où sa variation n'est pas considérable, comme au Pérou et sous les autres climats de l'équateur. On a mesuré par l'un ou l'autre de ces deux moyens la hauteur de la plupart des éminences qui sont à la surface du globe; par exemple, on a trouvé que les plus hautes montagnes de la Suisse sont élevées d'environ seize cents toises au dessus du niveau de la mer plus que le Canigou, qui est une des plus hautes de Pyrénées[1]. Il paroît que ce sont les plus hautes de toute l'Europe, puisqu'il en sort une grande quantité de fleuves, qui portent leurs eaux dans différentes mers fort éloignées, comme le Pô, qui se rend dans la mer Adriatique; le Rhin, qui se perd dans les sables en Hollande; le Rhône, qui tombe dans la Méditerranée; et le Danube, qui va jusqu'à la mer Noire. Ces quatre fleuves, dont les embouchures sont si éloignées les unes des autres, tirent tous une partie de leurs eaux du mont Saint-Gothard et des montagnes voisines; ce qui prouve que ce point est le plus élevé de l'Europe.

Les plus hautes montagnes de l'Asie sont le mont Taurus, le mont Imaüs, le Caucase, et les montagnes du Japon. Toutes ces montagnes sont plus élevées que celles de l'Europe; celles d'Afrique, le grand Atlas, et les monts de la Lune sont au moins aussi hautes que celles de l'Asie; et les plus élevées de toutes sont celles de l'Amérique méridionale, surtout celles du Pérou, qui ont jusqu'à 3000 toises de hauteur au dessus du niveau de la mer. En général, les montagnes entre les tropiques sont plus élevées que celles des zones tempérées, et celles-ci plus que celles des zones froides; de sorte que plus on approche de l'équateur, et plus les inégalités de la surface de la terre sont grandes. Ces inégalités, quoique fort considérables par rapport à nous, ne sont rien quand on les considère par rapport au globe terrestre. Trois mille toises de différence sur trois mille lieues de diamètre, c'est une toise sur une lieue, ou un pied sur deux mille deux cents pieds; ce qui, sur un globe de deux pieds et demi de diamètre, ne fait pas la sixième partie d'une ligne : ainsi la terre, dont la

1. Voyez l'*Histoire de l'Académie*, 1708, p. 24.

surface nous paroît traversée et coupée par la hauteur énorme des montagnes et par la profondeur affreuse des mers, n'est cependant, relativement à son volume, que très-légèrement sillonnée d'inégalités si peu sensibles, qu'elles ne peuvent causer aucune différence à la figure du globe.

Dans les continens, les montagnes sont continues et forment des chaînes; dans les îles, elles paroissent être plus interrompues et plus isolées, et elles s'élèvent ordinairement au dessus de la mer en forme de cône ou de pyramide, et on les appelle des pics. Le pic de Ténériffe, dans l'île de Fer, est une des plus hautes montagnes de la terre; elle a près d'une lieue et demie de hauteur perpendiculaire au dessus du niveau de la mer. Le pic de Saint-George dans l'une des Açores, le pic d'Adam dans l'île de Ceylan, sont aussi fort élevés. Tous ces pics sont composés de rochers entassés les uns sur les autres, et ils vomissent à leur sommet du feu, des cendres, du bitume, des minéraux et des pierres. Il y a même des îles qui ne sont précisément que des pointes de montagnes, comme l'île Sainte-Hélène, l'île de l'Ascension, la plupart des Canaries et des Açores; et il faut remarquer que dans la plupart des îles, des promontoires et des autres terres avancées dans la mer, la partie du milieu est toujours la plus élevée, et qu'elles sont ordinairement séparées en deux par des chaînes de montagnes qui les partagent dans leur plus grande longueur, comme en Écosse le mont Gransbain, qui s'étend d'orient en occident, et partage l'île de la Grande-Bretagne en deux parties : il en est de même des îles de Sumatra, de Luçon, de Bornéo, des Célèbes, de Cuba, et de Saint-Domingue, et aussi de l'Italie, qui est traversée dans toute sa longueur par l'Apennin, de la presqu'île de Corée, de celle de Malaye, etc.

Les montagnes, comme l'on voit, diffèrent beaucoup en hauteur; les collines sont les plus basses de toutes; ensuite viennent les montagnes médiocrement élevées, qui sont suivies d'un troisième rang de montagnes encore plus hautes, lesquelles, comme les précédentes, sont ordinairement chargées d'arbres et de plantes, mais qui, ni les unes ni les autres, ne fournissent aucune source, excepté au bas; enfin les plus hautes de toutes les montagnes sont celles sur lesquelles on ne trouve que du sable, des pierres, des cailloux, et des rochers dont les pointes s'élèvent souvent jusqu'au dessus des nues : c'est précisément au pied de ces rochers qu'il y a de petits espaces, de petites plaines, des enfoncemens, des espèces de vallons où l'eau de la pluie, la neige et la glace s'arrêtent, et où elles forment des étangs, des marais, des fontaines, d'où les fleuves tirent leur origine [1].

La forme des montagnes est aussi fort différente : les unes forment des chaînes dont la hauteur est assez égale dans une très-longue étendue de terrain, d'autres sont coupées par des vallons très-profonds; les unes ont des contours assez réguliers, d'autres paroissent au premier coup d'œil irrégulières, autant qu'il est possible de l'être; quelquefois on trouve au milieu d'un vallon ou d'une plaine un monticule isolé : et de même qu'il y a des montagnes de différentes especes, il y a aussi de deux sortes de plaines, les unes en pays bas, les autres en montagnes : les premières sont ordinairement partagées par le cours de quelque grosse rivière; les autres, quoique d'une étendue considérable, sont sèches, et n'ont tout au plus que quelque petit ruisseau. Ces plaines en montagnes sont souvent fort élevées, et toujours de difficile accès : elles forment des pays au dessus des autres pays, comme en Auvergne, en Savoie, et dans plusieurs autres pays élevés; le terrain en est ferme et produit beaucoup d'herbes et de plantes odoriférantes, ce qui rend ces dessus de montagnes les meilleurs pâturages du monde.

Le sommet des hautes montagnes est composé de rochers plus ou moins élevés, qui ressemblent, surtout vus de loin, aux ondes de la mer [2]. Ce n'est pas sur cette observation seule que l'on pourroit assurer, comme nous l'avons fait, que les montagnes ont été formées par les ondes de la mer, et je ne la rapporte que parce qu'elle s'accorde avec toutes les autres. Ce qui prouve évidemment que la mer a couvert et formé les montagnes, ce sont les coquilles et les autres productions marines qu'on trouve partout en si grande quantité, qu'il n'est pas possible qu'elles aient été transportées de la mer actuelle dans des continens aussi éloignés et à des profondeurs aussi considérables. Ce qui le prouve, ce sont les couches horizontales et parallèles qu'on trouve partout, et qui ne peuvent avoir été for-

1. Voyez *Lettres philosophiques sur la formation des sels*, page 198.

2. Voyez *Lettres philosophiques sur la formation des sels*, page 196.

mées que par les eaux ; c'est la composition des matières, même les plus dures, comme de la pierre et du marbre, à laquelle on reconnoît clairement que les matières étoient réduites en poussière avant la formation de ces pierres et de ces marbres, et qu'elles se sont précipitées au fond de l'eau en forme de sédiment ; c'est encore l'exactitude avec laquelle les coquilles sont moulées dans ces matières ; c'est l'intérieur de ces mêmes coquilles, qui est absolument rempli des matières dans lesquelles elles sont renfermées : et enfin ce qui le démontre incontestablement, ce sont les angles correspondans des montagnes et des collines, qu'aucune autre cause que les courans de la mer n'auroit pu former ; c'est l'égalité de la hauteur des collines opposées et les lits des différentes matières qu'on y trouve à la même hauteur ; c'est la direction des montagnes, dont les chaînes s'étendent en longueur dans le même sens, comme l'on voit s'étendre les ondes de la mer.

A l'égard des profondeurs qui sont à la surface de la terre, les plus grandes sont sans contredit les profondeurs de la mer : mais comme elles ne se présentent point à l'œil, et qu'on n'en peut juger que par la sonde, nous n'entendons parler que des profondeurs de terre ferme, telles que les profondes vallées que l'on voit entre les montagnes, les précipices qu'on trouve entre les rochers, les abîmes qu'on aperçoit du haut des montagnes, comme l'abîme du mont Ararath, les précipices des Alpes, les vallées des Pyrénées. Ces profondeurs sont une suite naturelle de l'élévation des montagnes ; elles reçoivent les eaux et les terres qui coulent de la montagne ; le terrain en est ordinairement très-fertile et fort habité. Pour les précipices qui sont entre les rochers, ils se forment par l'affaissement des rochers, dont la base cède quelquefois plus d'un côté que de l'autre, par l'action de l'air et de la gelée qui les fait fendre et qui les sépare, et par la chute impétueuse des torrens qui s'ouvrent des routes et entraînent tout ce qui s'oppose à leur violence : mais ces abîmes, c'est-à-dire ces énormes et vastes précipices qu'on trouve au sommet des montagnes, et au fond desquels il n'est quelquefois pas possible de descendre, quoiqu'ils aient une demi-lieue ou une lieue de tour, ont été formés par le feu ; ces abîmes étoient autrefois les foyers des volcans, et toute la matière qui y manque en a été rejetée par l'action et l'explosion de ces feux, qui depuis se sont éteints faute de matière combustible. L'abîme du mont Ararath, dont M. de Tournefort donne la description dans son *Voyage du Levant*, est environné de rochers noirs et brûlés, comme seront quelque jour les abîmes de l'Etna, du Vésuve, et de tous les autres volcans, lorsqu'ils auront consumé toutes les matières combustibles qu'ils renferment.

Dans l'*Histoire naturelle de la province de Stafford en Angleterre*, par Plot, il est parlé d'une espèce de gouffre qu'on a sondé jusqu'à la profondeur de 2600 pieds perpendiculaire, sans qu'on y ait trouvé d'eau : on n'a pu même en trouver le fond, parce que la corde n'étoit pas assez longue [1].

Les grandes cavités et les mines profondes sont ordinairement dans les montagnes, et elles ne descendent jamais, à beaucoup près, au niveau des plaines : ainsi nous ne connoissons par ces cavités que l'intérieur de la montagne, et point du tout celui du globe.

D'ailleurs ces profondeurs ne sont pas en effet fort considérables. Ray assure que les plus profondes n'ont pas un demi-mille de profondeur. La mine de Cotteberg, qui, du temps d'Agricola, passoit, pour la plus profonde de toutes les mines connues, n'avoit que 2500 pieds de profondeur perpendiculaire. Il est vrai qu'il y a des trous dans certains endroits, comme celui dont nous venons de parler dans la province de Stafford, ou le Poolshole dans la province de Darby en Angleterre, dont la profondeur est peut-être plus grande : mais tout cela n'est rien en comparaison de l'épaisseur du globe.

Si les rois d'Égypte, au lieu d'avoir fait des pyramides et élevé d'aussi fastueux monumens de leurs richesses et de leur vanité, eussent fait la même dépense pour sonder la terre et y faire une profonde excavation, comme d'une lieue de profondeur, on auroit peut-être trouvé des matières qui auroient dédommagé de la peine et de la dépense, ou tout au moins on auroit des connoissances qu'on n'a pas sur les matières dont le globe est composé à l'intérieur ; ce qui seroit peut-être fort utile.

Mais revenons aux montagnes. Les plus élevées sont dans les pays méridionaux ; et plus on approche de l'équateur, plus on trouve d'inégalités sur la surface du globe. Ceci est aisé à prouver par une courte énumération des montagnes des îles.

1. Voyez le *Journal des Savans*, année 1680, p. 12.

En Amérique, la chaîne des Cordilières, les plus hautes montagnes de la terre, est précisément sous l'équateur, et elle s'étend des deux côtés bien loin au delà des cercles qui renferment la zone torride.

En Afrique, les hautes montagnes de la Lune et du Monomotapa, le grand et le petit Atlas, sont sous l'équateur, ou n'en sont pas éloignés.

En Asie, le mont Caucase, dont la chaîne s'étend sous différens noms jusqu'aux montagnes de la Chine, est, dans toute cette étendue, plus voisin de l'équateur que des pôles.

En Europe, les Pyrénées, les Alpes, et les montagnes de la Grèce, qui ne sont que la même chaîne, sont encore moins éloignées de l'équateur que des pôles.

Or ces montagnes dont nous venons de faire l'énumération sont toutes plus élevées, plus considérables et plus étendues en longeur et en largeur que les montagnes des pays septentrionaux.

A l'égard de la direction de ces chaînes de montagnes, on verra que les Alpes prises dans toute leur étendue forment une chaîne qui traverse le continent entier depuis l'Espagne jusqu'à la Chine : ces montagnes commencent au bord de la mer en Galice, arrivent aux Pyrénées, traversent la France par le Vivarais et l'Auvergne, séparent l'Italie, s'étendent en Allemagne et au-dessus de la Dalmatie jusqu'en Macédoine, et de là se joignent avec les montagnes d'Arménie, le Caucase, le Taurus, l'Imaüs, et s'étendent jusqu'à la mer de Tartarie. De même le mont Atlas traverse le continent entier de l'Afrique d'occident en orient, depuis le royaume de Fez jusqu'au détroit de la mer Rouge. Les monts de la Lune ont aussi la même direction.

Mais en Amérique la direction est toute contraire, et les chaînes des Cordilières et des autres montagnes s'étendent du nord au sud plus que d'orient en occident [1].

Ce que nous observons ici sur les plus grandes éminences du globe peut s'observer

1. Cette dernière assertion doit être modifiée : car quoiqu'il paroisse au premier coup d'œil qu'on puisse suivre les montagnes de l'Espagne jusqu'à la Chine, en passant des Pyrénées, en Auvergne, aux Alpes, en Allemagne, en Macédoine, au Caucase, et autres montagnes de l'Asie jusqu'à la mer de Tartarie, et quoiqu'il semble de même que le mont Atlas partage d'occident en orient le continent de l'Afrique, cela n'empêche pas que le milieu de cette grande presqu'île ne soit une chaîne continue de hautes montagnes qui s'étend depuis le mont Atlas aux monts de la Lune, et des monts de la Lune jusqu'aux terres du cap de Bonne-Espérance; en sorte que l'Afrique doit être considérée comme composée de montagnes qui en occupent le milieu dans toute sa longueur, et qui sont disposées du nord au sud et dans la même direction que celles de l'Amérique. Les parties de l'Atlas qui s'étendent depuis le milieu et des deux côtés vers l'occident et vers l'orient, ne doivent être considérées que comme des branches de la chaîne principale. Il en sera de même de la partie des monts de la Lune qui s'étend vers l'occident et vers l'orient : ce sont des montagnes collatérales de la branche principale qui occupe l'intérieur, c'est-à-dire le milieu de l'Afrique; et s'il n'y a point de volcans dans cette prodigieuse étendue de montagnes, c'est parce que la mer est des deux côtés fort éloignée du milieu de cette vaste presqu'île; tandis qu'en Amérique la mer est très-voisine du pied des hautes montagnes, et qu'au lieu de former le milieu de la presqu'île de l'Amérique méridionale, elles sont au contraire toutes situées à l'occident, et que l'étendue des basses terres est en entier du côté de l'orient.

La grande chaîne des Cordilières n'est pas la seule, dans le nouveau continent, qui soit dirigée du nord au sud ; car dans le terrain de la Guiane, à environ cent cinquante lieues de Cayenne, il y a aussi une chaîne d'assez hautes montagnes qui court également du nord au sud : cette montagne est si escarpée du côté qui regarde Cayenne, qu'elle est, pour ainsi dire, inaccessible. Ce revers à-plomb de la chaîne de montagnes semble indiquer qu'il y a de l'autre côté une pente douce et une bonne terre : aussi la tradition du pays, ou plutôt le témoignage des Espagnols, est qu'il y a au delà de cette montagne des nations de sauvages réunis en assez grand nombre. On a dit aussi qu'il y avoit une mine d'or dans ces montagnes, et un lac où l'on trouvoit des paillettes d'or; mais ce fait ne s'est pas confirmé.

En Europe, la chaîne de montagnes qui commence en Espagne, passe en France, en Allemagne et en Hongrie, se partage en deux grandes branches, dont l'une s'étend en Asie par les montagnes de la Macédoine, du Caucase, etc., et l'autre branche passe de la Hongrie dans la Pologne, la Russie, et s'étend jusqu'aux sources du Wolga et du Borysthène; et se prolongeant encore plus loin, elle gagne une autre chaîne de montagnes en Sibérie qui aboutit enfin à la mer du Nord à l'occident du fleuve Oby. Ces chaînes de montagnes doivent être regardées comme un sommet presque continu, dans lequel plusieurs grands fleuves prennent leurs sources : les uns, comme le Tage, la Doure en Espagne, la Garonne, la Loire en France, le Rhin en Allemagne, se jettent dans l'Océan; les autres, comme l'Oder, la Vistule, le Niémen, se jettent dans la mer Baltique; enfin d'autres fleuves, comme la Doine, tombent dans la mer Blanche, et le fleuve Petzora dans la mer Glaciale. Du côté de l'orient, cette même chaîne de montagnes donne naissance à l'Yeucar et l'Èbre en Espagne, au Rhône en France, au Pô en Italie, qui tombent dans la mer Méditerranée; au Danube et au Don, qui se perdent dans la mer Noire; et enfin au Wolga, qui tombe dans la mer Caspienne.

Le sol de la Norwége est plein de rochers et de groupes de montagnes. Il y a cependant des plaines fort unies de six, huit et dix milles d'étendue. La direction des montagnes n'est point à l'ouest ou l'est, comme celles des autres montagnes de l'Europe; elles vont au contraire, comme les Cordilières, du sud au nord.

Dans l'Asie méridionale, depuis l'île de Ceylan

aussi sur les plus grandes profondeurs de la mer. Les plus vastes et les plus hautes mers sont plus voisines de l'équateur que des pôles, et il résulte de cette observation que les plus grandes inégalités du globe se trouvent dans les climats méridionaux. Ces irrégularités qui se trouvent à la surface du globe, sont la cause d'une infinité d'effets ordinaires et extraordinaires; par exemple, entre les rivières de l'Inde et du Gange il y a une large chersonèse qui est divisée dans son milieu par une chaîne de hautes montagnes que l'on appelle *le Gate*, qui s'étend du nord au sud depuis les extrémités du mont Caucase jusqu'au cap de Comorin : de l'un des côtés est Malabar, et de l'autre Coromandel; du côté de Malabar, entre cette chaîne de montagnes et la mer, la saison de l'été est depuis le mois de septembre jusqu'au mois d'avril, et pendant tout ce temps le ciel est serein et sans aucune pluie; de l'autre côté de la montagne, sur la côte de Coromandel, cette même saison est leur hiver, et il y pleut tous les jours en abondance; et du mois d'avril au mois de septembre c'est la saison de l'été, tandis que c'est celle de l'hiver en Malabar; en sorte qu'en plusieurs endroits qui ne sont guère éloignés que de 20 lieues de chemin, on peut, en croisant la montagne, changer de saison. On dit que la même chose se trouve au cap Razalgat en Arabie, et de même à la Jamaïque, qui est séparée dans son milieu pas une chaîne de montagnes dont la direction est de l'est à l'ouest, et que les plantations qui sont au midi de ces montagnes éprouvent la chaleur de l'été, tandis que celles qui sont au nord souffrent la rigueur de l'hiver dans ce même temps. Le Pérou, qui est situé sous la ligne et qui s'étend à environ mille lieues vers le midi, est divisé en trois parties, longues, étroites, que les habitans du Pérou appellent *lanos*, *sierras*, et *andes*. Les lanos, qui sont les plaines, s'étendent tout le long de la côte de la mer du Sud; les sierras sont des collines avec quelques vallées, et les andes sont ces fameuses Cordilières, les plus hautes montagnes que l'on connoisse. Les lanos ont 10 lieues plus ou moins de largeur; dans plusieurs endroits les sierras ont 20 lieues de largeur, et les andes autant, quelquefois plus, quelquefois moins : la largeur est de l'est à l'ouest, et la longueur est du nord au sud. Cette partie du monde a ceci de remarquable : 1° dans les lanos, le long de toute cette côte, le vent de sud-ouest souffle constamment, ce qui est contraire à ce qui arrive ordinairement dans la zone torride; 2° il ne pleut ni ne tonne jamais dans les lanos, quoiqu'il y tombe quelquefois un peu de rosée; 3° il pleut presque continuellement sur les andes; 4° dans les sierras, qui sont entre les lanos et les andes, il pleut depuis le mois de septembre jusqu'au mois d'avril.

On s'est aperçu depuis long-temps que les chaînes des plus hautes montagnes alloient

et le cap Comorin, il s'étend une chaîne de montagnes qui sépare le Malabar de Coromandel, traverse le Mogol, regagne le mont Caucase, se prolonge dans le pays des Calmouks, et s'étend jusqu'à la mer du Nord à l'occident du fleuve Irtis : on en trouve une autre qui s'étend de même du nord au sud jusqu'au cap Razalgat en Arabie, et qu'on peut suivre à quelque distance de la mer Rouge jusqu'à Jérusalem; elle environne l'extrémité de la mer Méditerranée et la pointe de la mer Noire, et de là s'étend par la Russie jusqu'au même point de la mer du Nord

On peut aussi observer que les montagnes de l'Indostan et celles de Siam courent du sud au nord, et vont également se réunir aux rochers du Thibet et de la Tartarie. Ces montagnes offrent, de chaque côté, des saisons différentes : à l'ouest on a six mois de pluie, tandis qu'on jouit à l'est du plus beau soleil.

Toutes les montagnes de Suisse, c'est-à-dire celles de la Vallésie et des Grisons, celles de la Savoie, du Piémont et du Tyrol, forment une chaîne qui s'étend du nord au sud jusqu'à la mer Méditerranée. Le mont Pilate, situé dans le canton de Lucerne, à peu près dans le centre de la Suisse, forme une chaîne d'environ quatorze lieues qui s'étend du nord au sud jusque dans le canton de Berne.

On peut donc dire qu'en général les plus grandes éminences du globe sont disposées du nord au sud, et que celles qui courent dans d'autres directions ne doivent être regardées que comme des branches collatérales de ces premières montagnes; et c'est en partie par cette disposition de montagnes primitives, que toutes les pointes des continens se présentent dans la direction du nord au sud, comme on le voit à la pointe de l'Afrique, à celle de l'Amérique, à celle de Californie, à celle de Groenland, au cap Comorin, à Sumatra, à la Nouvelle-Hollande, etc.; ce qui paroît indiquer, comme nous l'avons déjà dit, que toutes les eaux sont venues en plus grande quantité du pôle austral que du pôle boréal.

Si l'on consulte une nouvelle mappemonde, dans laquelle on a représenté autour du pôle arctique toutes les terres des quatre parties du monde, à l'exception d'une pointe de l'Amérique, et autour du pôle antarctique, toutes les mers et le peu de terres qui composent l'hémisphère pris dans ce sens, on reconnoîtra évidemment qu'il y a eu beaucoup plus de bouleversemens dans ce second hémisphère que dans le premier, et que la quantité des eaux y a toujours été et y est encore bien plus considérable que dans notre hémisphère. Tout concourt donc à prouver que les plus grandes inégalités du globe se trouvent dans les parties méridionales, et que la direction la plus générale des montagnes primitives est du nord au sud plutôt que d'orient en occident dans toute l'étendue de la surface du globe. (*Add. Buff.*)

d'occident en orient; ensuite, après la découverte du Nouveau-Monde, on a vu qu'il y en avoit de fort considérables qui tournoient du nord au sud : mais personne n'avoit découvert avant M. Bourguet la surprenante régularité de la structure de ces grandes masses; il a trouvé, après avoir passé trente fois les Alpes en quatorze endroits différens, deux fois l'Apennin, et fait plusieurs tours dans les environs de ces montagnes et dans le mont Jura, que toutes les montagnes sont formées dans leurs contours à peu près comme les ouvrages de fortification. Lorsque le corps d'une montagne va d'occident en orient, elle forme des avances qui regardent, autant qu'il est possible, le nord et le midi : cette régularité admirable est si sensible dans les vallons, qu'il semble qu'on y marche dans un chemin couvert fort régulier; car si, par exemple, on voyage dans un vallon du nord au sud, on remarque que la montagne qui est à droite forme des avances ou des angles qui regardent l'orient, et ceux de la montagne du côté gauche regardent l'occident; de sorte que néanmoins les angles saillans de chaque côté répondent réciproquement aux angles rentrans qui leur sont toujours alternativement opposés. Les angles que les montagnes forment dans les grandes vallées sont moins aigus, parce que la pente est moins roide, et qu'ils sont plus éloignés les uns des autres; et dans les plaines ils ne sont sensibles que dans le cours des rivières, qui en occupent ordinairement le milieu : leurs coudes naturels répondent aux avances les plus marquées ou aux angles les plus avancés des montagnes auxquelles le terrain, où les rivières coulent, va aboutir. Il est étonnant qu'on n'ait pas aperçu une chose si visible; et lorsque dans une vallée la pente de l'une des montagnes qui la borde est moins rapide que celle de l'autre, la rivière prend son cours beaucoup plus près de la montagne la plus rapide, et elle ne coule pas dans le milieu [1].

On peut joindre à ces observations d'autres observations particulières qui les confirment : par exemple, les montagnes de Suisse sont bien plus rapides, et leur pente est bien plus grande du côté du midi que du côté du nord, et plus grande du côté du couchant que du côté du levant; on peut le voir dans la montagne Gemmi, dans le mont Brisé, et dans presque toutes les autres montagnes. Les plus hautes de ce pays sont celles qui séparent la Vallésie et les Grisons de la Savoie, du Piémont, et du Tyrol; ces pays sont eux-mêmes une continuation de ces montagnes, dont la chaîne s'étend jusqu'à la Méditerranée, et continue même assez loin sous les eaux de cette mer : les montagnes des Pyrénées ne sont aussi qu'une continuation de cette vaste montagne qui commence dans la Vallésie supérieure, et dont les branches s'étendent fort loin au couchant et au midi, en se soutenant toujours à une grande hauteur, tandis qu'au contraire du côté du nord et de l'est ces montagnes s'abaissent par degrés jusqu'à devenir des plaines; comme on le voit par les vastes pays que le Rhin, par exemple, et le Danube arrosent avant que d'arriver à leurs embouchures, au lieu que le Rhône descend avec rapidité vers le midi dans la mer Méditerranée. La même observation sur le penchant plus rapide des montagnes du côté du midi et du couchant que du côté du nord ou du levant, se trouve vraie dans les montagnes d'Angleterre et dans celles de Norwége : mais la partie du monde où cela se voit le plus évidemment c'est au Pérou et au Chili; la longue chaîne des Cordilières est coupée très-rapidement du côté du couchant, le long de la mer Pacifique, au lieu que du côté du levant elle s'abaisse par degrés dans de vastes plaines arrosées par les plus grandes rivières du monde.

M. Bourguet, à qui on doit cette belle observation de la correspondance des angles des montagnes, l'appelle avec raison, *la clef de la théorie de la terre;* cependant, il me paroît que s'il en eût senti toute l'importance, il l'auroit employée plus heureusement en la liant avec des faits plus convenables, et qu'il auroit donné une théorie de la terre plus vraisemblable, au lieu que dans son mémoire, dont on a vu l'exposé, il ne présente que le projet d'un système hypothétique dont le plupart des conséquences sont fausses ou précaires. La théorie que nous avons donnée roule sur quatre faits principaux, desquels on ne peut pas douter après avoir examiné les preuves qui les constatent : le premier est, que la terre est partout, et jusqu'à des profondeurs considérables, composée de couches parallèles et de matières qui ont été autrefois dans un état de mollesse; le second, que la mer a couvert pendant quelque temps la terre que nous habitons; le troisième, que les marées et les autres mouvemens des eaux produisent des inégalités dans le fond de la mer; et le quatrième, que ce sont les cou-

1. Voyez *Lettres philosophiques sur la formation des sels*, pages 181 et 200.

rans de la mer qui ont donné aux montagnes la forme de leurs contours, et la direction correspondante dont il est question.

On jugera, après avoir lu les preuves que contiennent les articles suivans, si j'ai eu tort d'assurer que ces faits solidement établis, établissent aussi la vraie théorie de la terre. Ce que j'ai dit dans le texte au sujet de la formation des montagnes, n'a pas besoin d'une plus ample explication; mais comme on pourroit m'objecter que je ne rends pas raison de la formation des pics ou pointes de montagnes, non plus que de quelques autres faits particuliers, j'ai cru devoir ajouter ici les observations et les réflexions que j'ai faites sur ce sujet.

J'ai tâché de me faire une idée nette et générale de la manière dont sont arrangées les différentes matières dont se compose le globe, et il m'a paru qu'on pouvoit les considérer d'une manière différente de celles dont on les a vues jusqu'ici; j'en fais deux classes générales, auxquelles je les réduis toutes : la première est celle des matières que nous trouvons posées par couches, par lits, par bancs horizontaux ou régulièrement inclinés; et la seconde comprend toutes les matières qu'on trouve par amas, par filons, par veines perpendiculaires et irrégulièrement inclinées. Dans la première classe, sont compris les sables, les argiles, les granites ou le roc vif, les cailloux, et les grès en grande masse, les charbons de terre, les ardoises, les schistes, etc., et aussi les marnes, les craies, les pierres calcinables, les marbres, etc. Dans la seconde, je mets les métaux, les minéraux, les cristaux, les pierres fines, et les cailloux en petites masses. Ces deux classes comprennent généralement toutes les matières que nous connoissons : les premières doivent leur origine aux sédimens transportés et déposés par les eaux de la mer, et on doit distinguer celles qui, étant mises à l'épreuve du feu, se calcinent et se réduisent en chaux, de celles qui se fondent et se réduisent en verre; pour les secondes, elles se réduisent toutes en verre, à l'exception de celles que le feu consume entièrement par l'inflammation.

Dans la première classe, nous distinguerons d'abord deux espèces de sable : l'une que je regarde comme la matière la plus abondante du globe, qui est vitrifiable, ou plutôt qui n'est qu'un composé de fragmens de verre; l'autre, dont la quantité est beaucoup moindre, qui est calcinable, et qu'on doit regarder comme du débris et de la poussière de pierre, et qui ne diffère du gravier que par la grosseur des grains. Le sable vitrifiable est, en général, posé par couches comme toutes les autres matières : mais ces couches sont souvent interrompues par des masses de rochers de grès, de roc vif, de caillou, et quelquefois ces matières sont aussi des bancs et des lits d'une grande étendue.

En examinant ce sable et ces matières vitrifiables, on n'y trouve que peu de coquilles de mer; et celles qu'on y trouve ne sont pas placées par lits, elles n'y sont que parsemées et comme jetées au hasard : par exemple, je n'en ai jamais vu dans les grès; cette pierre, qui est fort abondante en certains endroits, n'est qu'un composé de parties sablonneuses qui se sont réunies : on ne la trouve que dans les pays où le sable vitrifiable domine, et ordinairement les carrières de grès sont des collines pointues, dans des terres sablonneuses, et dans des éminences entrecoupées. On peut attaquer ces carrières dans tous les sens; et s'il y a des lits, ils sont beaucoup plus éloignés les uns des autres que dans les carrières de pierres calcinables, ou de marbres : on coupe dans le massif de la carrière de grès des blocs de toutes sortes de dimensions et dans tous les sens, selon le besoin et la plus grande commodité; et quoique le grès soit difficile à travailler, il n'a cependant qu'un genre de dureté, c'est de résister à des coups violens sans s'éclater; car le frottement l'use peu à peu et le réduit aisément en sable, à l'exception de certains clous noirâtres qu'on y trouve, et qui sont d'une matière si dure, que les meilleures limes ne peuvent y mordre. Le roc vif est vitrifiable comme le grès, et il est de la même nature; seulement il est plus dur, et les parties en sont mieux liées : il y a aussi plusieurs clous semblables à ceux dont nous venons de parler, comme on peut le remarquer aisément sur le sommet des hautes montagnes, qui sont pour la plupart de cette espèce de rocher, et sur lesquels on ne peut pas marcher un peu de temps sans s'apercevoir que ces clous coupent et déchirent le cuir des souliers. Ce roc vif qu'on trouve au dessus des hautes montagnes, et que je regarde comme une espèce de granite, contient une grande quantité de paillettes talqueuses, et il a tous les genres de dureté au point de ne pouvoir être travaillé qu'avec une peine infinie.

J'ai examiné de près la nature de ces clous [1] qu'on trouve dans le grès et dans le

1. J'ai dit qu'*on trouve dans les grès des espèces de*

roc vif, et j'ai reconnu que c'est une matière métallique fondue et calcinée à un feu très-violent, et qui ressemble parfaitement à de certaines matières rejetées par les volcans, dont j'ai vu une très-grande quantité étant en Italie, où l'on me dit que les gens du pays les appeloient *schiarri*. Ce sont des masses noirâtres fort pesantes, sur lesquelles le feu, l'eau, ni la lime, ne peuvent faire aucune impression, dont la matière est différente de celle de la lave, car celle-ci est une espèce de verre, au lieu que l'autre paroît plus métallique que vitrée. Les clous du grès et du roc vif ressemblent beaucoup à cette première matière; ce qui semble prouver encore que toutes ces matières ont été autrefois liquéfiées par le feu.

On voit quelquefois en certains endroits, au plus haut des montagnes, une prodi-

clous, etc. Cela semble indiquer que les grandes masses de grès doivent leur origine à l'action du feu primitif. J'avois d'abord pensé que cette matière ne devoit sa dureté et la réunion de ses parties qu'à l'intermède de l'eau; mais je me suis assuré, depuis, que l'action du feu produit le même effet, et je puis citer sur cela des expériences qui d'abord m'ont surpris, et que j'ai répétées assez souvent pour n'en pouvoir douter.

EXPÉRIENCES.

J'ai fait broyer des grès de différens degrés de dureté, et je les ai fait tamiser en poudre plus ou moins fine pour m'en servir à couvrir les cémentations dont je me sers pour convertir le fer en acier: cette poudre de grès répandue sur le cément, et amoncelée en forme de dôme de trois ou quatre pouces d'épaisseur, sur une caisse de trois pieds de longueur et deux pieds de largeur, ayant subi l'action d'un feu violent dans mes fourneaux d'aspiration pendant plusieurs jours et nuits de suite sans interruption, n'étoit plus de la poussière de grès, mais une masse solide, que l'on étoit obligé de casser pour découvrir la caisse qui contenoit le fer converti en acier boursouflé; en sorte que l'action du feu sur cette poudre de grès en a fait des masses aussi solides que le grès de médiocre qualité qui ne sonne point sous le marteau. Cela m'a démontré que le feu peut, tout aussi bien que l'eau, avoir agglutiné les sables vitrescibles, et avoir par conséquent formé les grandes masses de grès qui composent le noyau de quelques-unes de nos montagnes.

Je suis donc très-persuadé que toute la matière vitrescible dont est composée la roche intérieure du globe, et les noyaux de ses grandes éminences extérieures, ont été produits par l'action du feu primitif, et que les eaux n'ont formé que les couches inférieures et accessoires qui enveloppent ces noyaux, qui sont toutes posées par couches parallèles, horizontales ou également inclinées, et dans lesquelles on trouve des débris de coquilles et d'autres productions de la mer.

Ce n'est pas que je prétende exclure l'intermède de l'eau pour la formation des grès et de plusieurs autres matières vitrescibles; je suis, au contraire, porté à croire que le sable vitrescible peut acquérir de la consistance, et se réunir en masses plus ou moins dures par le moyen de l'eau, peut-être encore plus aisément que par l'action du feu; et c'est seulement pour prévenir les objections qu'on ne manqueroit pas de faire, si l'on imaginoit que j'attribue uniquement à l'intermède de l'eau la solidité et la consistance du grès et des autres matières composées de sable vitrescible. Je dois même observer que les grès qui se trouvent à la superficie ou à peu de profondeur dans la terre, ont tous été formés par l'intermède de l'eau; car l'on remarque des ondulations et des tournoiemens à la surface supérieure des masses de ces grès, et l'on y voit quelquefois des impressions de plantes et de coquilles. Mais on peut distinguer les grès formés par le sédiment des eaux, de ceux qui ont été produits par le feu: ceux-ci sont d'un plus gros grain, et s'égrènent plus facilement que les grès dont l'agrégation des parties est due à l'intermède de l'eau. Ils sont plus serrés, plus compactes; les grains qui les composent ont des angles plus vifs, et en général ils sont plus solides et plus durs que les grès coagulés par le feu.

Les matières ferrugineuses prennent un très-grand degré de dureté par le feu, puisque rien n'est si dur que la fonte de fer; mais elles peuvent aussi acquérir une dureté considérable par l'intermède de l'eau: je m'en suis assuré en mettant une bonne quantité de limaille de fer dans des vases exposés à la pluie; cette limaille a formé des masses si dures, qu'on ne pouvoit les casser qu'au marteau.

La roche vitreuse qui compose la masse de l'intérieur du globe est plus dure que le verre ordinaire; mais elle ne l'est pas plus que certaines laves de volcans, et beaucoup moins que la fonte de fer, qui n'est cependant que du verre mêlé de parties ferrugineuses. Cette grande dureté de la roche du globe indique assez que ce sont les parties les plus fixes de toute la matière qui se sont réunies, et que, dès le temps de leur consolidation, elles ont pris la consistance et la dureté qu'elles ont encore aujourd'hui. L'on ne peut donc pas argumenter contre mon hypothèse de la vitrification générale, en disant que les matières réduites en verre par le feu de nos fourneaux sont moins dures que la roche du globe, puisque la fonte de fer, quelques laves ou basaltes, et même certaines porcelaines, sont plus dures que cette roche, et néanmoins ne doivent comme elle leur dureté qu'à l'action du feu. D'ailleurs les élémens du fer et des autres minéraux qui donnent de la dureté aux matières liquéfiées par le feu ou atténuées par l'eau, existoient ainsi que les terres fixes dès le temps de la consolidation du globe; et j'ai déjà dit qu'on ne devoit pas regarder la roche de son intérieur comme du verre pur, semblable à celui que nous faisons avec du sable et du salin, mais comme un produit vitreux mêlé des matières les plus fixes et les plus capables de soutenir la grande et longue action du feu primitif, dont nous ne pouvons comparer les grands effets que de loin, avec le petit effet de nos feux de fourneaux; et néanmoins cette comparaison, quoique désavantageuse, nous laisse apercevoir clairement ce qu'il peut y avoir de commun dans les effets du feu primitif et dans les produits de nos feux, et nous démontre en même temps que le degré de dureté dépend moins de celui du feu que de la combinaison des matières soumises à son action. (*Add. Buff.*)

gieuse quantité de blocs d'une grandeur considérable de ce roc vif, mêlé de paillettes talqueuses : leur position est si irrégulière, qu'ils paroissent avoir été lancés et jetés au hasard; et on croiroit qu'ils sont tombés de quelque hauteur voisine, si les lieux où on les trouve n'étoient pas élevés au dessus de tous les autres lieux : mais leur substance vitrifiable et leur figure anguleuse et carrée comme celle des rochers de grès, nous découvrent une origine commune entre ces matières. Ainsi dans les grandes couches de sable vitrifiable il se forme des bancs de grès et de roc vif, dont la figure et la situation ne suivent pas exactement la position horizontale de ces couches : peu à peu les pluies ont entraîné du sommet des collines et des montagnes le sable qui les couvroit d'abord, et elles ont commencé par sillonner et découper ces collines dans les intervalles qui se sont trouvés entre les noyaux de grès, comme on voit que sont découpées les collines de Fontainebleau; chaque pointe de colline répond à un noyau qui fait une carrière de grès, et chaque intervalle a été creusé et abaissé par les eaux, qui ont fait couler le sable dans la plaine. De même les plus hautes montagnes, dont les sommets sont composés de roc vif et terminés par ces blocs anguleux dont nous venons de parler, auront autrefois été recouvertes de plusieurs couches de sable vitrifiable dans lequel ces blocs se seront formés; et les pluies ayant entraîné tout le sable qui les couvroit et qui les environnoit, ils seront demeurés au sommet des montagnes dans la position où ils auront été formés. Ces blocs présentent ordinairement des pointes au dessus et à l'extérieur : ils vont en augmentant de grosseur à mesure qu'on descend et qu'on fouille plus profondément; souvent même un bloc en rejoint un autre par la base, ce second un troisième, et ainsi de suite en laissant entre eux des intervalles irréguliers; et comme par la succession des temps les pluies ont enlevé et entraîné tout le sable qui couvroit ces différens noyaux, il ne reste au dessus des hautes montagnes que les noyaux mêmes qui forment des pointes plus ou moins élevées, et c'est là l'origine des pics ou des cornes de montagnes.

Car supposons, comme il est facile de le prouver par les productions marines qu'on y trouve, que la chaîne des montagnes des Alpes ait été autrefois couverte des eaux de la mer, et qu'au dessus de cette chaîne de montagnes il y eût une grande épaisseur de sable vitrifiable que l'eau de la mer y avoit transporté et déposé, de la même façon et par les mêmes causes qu'elle a déposé et transporté dans les lieux un peu plus bas de ces montagnes une grande quantité de coquillages, et considérons cette couche extérieure de sable vitrifiable comme posée d'abord de niveau et formant un pays plat de sable au dessus des montagnes des Alpes, lorsqu'elles étoient encore couvertes des eaux de la mer : il se sera formé dans cette épaisseur de sable des noyaux de roc, de grès, de caillou, et de toutes les matières qui prennent leur origine et leur figure dans les sables par une mécanique à peu près semblable à celle de la cristallisation des sels; ces noyaux une fois formés auront soutenu les parties où ils se sont trouvés, et les pluies auront détaché peu à peu tout le sable intermédiaire aussi bien que celui qui les environnoit immédiatement; les torrens, les ruisseaux, en se précipitant du haut de ces montagnes, auront entraîné ces sables dans les vallons, dans les plaines, et en auront conduit une partie jusqu'à la mer; de cette façon le sommet des montagnes se sera trouvé à découvert, et les noyaux déchaussés auront paru dans toute leur hauteur [1]. C'est ce que nous ap-

1. J'ai tâché d'expliquer comment les pics des montagnes ont été dépouillés des sables vitrescibles qui les environnoient au commencement, et mon explication ne pèche qu'en ce que j'ai attribué la première formation des rochers qui forment le noyau de ces pics à l'intermède de l'eau, au lieu qu'on doit l'attribuer à l'action du feu; ces pics ou cornes de montagnes ne sont que des prolongemens et des pointes de la roche intérieure du globe, lesquelles étoient environnées d'une grande quantité de scories et de poussière de verre; ces matières divisées auront été entraînées dans les lieux inférieurs par les mouvemens de la mer dans le temps qu'elle a fait retraite, et ensuite les pluies et les torrens des eaux courantes auront encore sillonné du haut en bas les montagnes, et auront par conséquent achevé de dépouiller les masses de roc vif qui formoient les éminences du globe, et qui, par ce dépouillement, sont demeurées nues et telles que nous les voyons encore aujourd'hui. Je puis dire en général qu'il n'y a aucun autre changement à faire dans toute ma Théorie de la terre, que celui de la composition des premières montagnes qui doivent leur origine au feu primitif, et non pas à l'intermède de l'eau, comme je l'avois conjecturé, parce que j'étois alors persuadé, par l'autorité de Woodward et de quelques autres naturalistes, que l'on avoit trouvé des coquilles au dessus des sommets de toutes les montagnes; au lieu que, par des observations plus récentes, il paroît qu'il n'y a pas de coquilles sur les plus hauts sommets, mais seulement jusqu'à la hauteur de deux mille toises au dessus du niveau des mers, d'où il résulte qu'elle n'a peut-être pas surmonté ces hauts sommets, ou du moins qu'elle ne les a baignés que pendant un petit temps, en sorte qu'elle n'a formé que les

pelons aujourd'hui des pics ou des cornes de montagnes, et ce qui a formé toutes ces éminences pointues qu'on voit en tant d'endroits ; c'est aussi là l'origine de ces roches élevées et isolées qu'on trouve à la Chine et dans d'autres endroits, comme en Irlande, où on leur a donné le nom de *devil's stones*, ou *pierres du diable*, et dont la formation, aussi bien que celle des pics des montagnes, avoit toujours paru une chose difficile à expliquer : cependant l'explication que j'en donne est si naturelle, qu'elle s'est présentée d'abord à l'esprit de ceux qui ont vu ces roches, et je dois citer ici ce qu'en dit le P. Du Tertre dans les *Lettres édifiantes :* « De Yan-chuin-yen nous vînmes à Hotcheou : nous rencontrâmes en chemin une chose assez particulière ; ce sont des roches d'une hauteur extraordinaire et de la figure d'une grosse tour carrée, qu'on voit plantées au milieu des plus vastes plaines. On ne sait comment elles se trouvent là, si ce n'est que ce furent autrefois des montagnes, et que les eaux du ciel ayant peu à peu fait ébouler la terre qui environnoit ces masses de pierre, les aient ainsi à la longue escarpées de toutes parts : ce qui fortifie la conjecture, c'est que nous en vîmes quelques-unes qui vers le bas sont encore environnées de terre jusqu'à une certaine hauteur [1]. »

Le sommet des plus hautes montagnes est donc ordinairement composé de rochers et de plusieurs espèces de granite, de roc vif, de grès*, et d'autres matières dures et vitrifiables, et cela souvent jusqu'à deux ou trois cents toises en descendant ; ensuite on y trouve souvent des carrières de marbre ou de pierre dure qui sont remplies de coquilles, et dont la matière est calcinable, comme on peut le remarquer à la grande Chartreuse en Dauphiné et sur le mont Cenis, où les pierres et les marbres qui contiennent des coquilles, sont à quelques centaines de toises au dessous des sommets, des pointes, et des pics des plus hautes montagnes, quoique ces pierres remplies de coquilles soient elles-mêmes à plus de mille toises au dessus du niveau de la mer. Ainsi les montagnes où l'on voit des pointes ou des pics, sont ordinairement de roc vitrifiable, et celles dont les sommets sont plats contiennent pour la plupart des marbres et des pierres dures remplies de productions marines. Il en est de même des collines lorsqu'elles sont de grès ou de roc vif, elles sont pour la plupart entrecoupées de pointes, d'éminences, de tertres et de cavités, de profondeurs et de petits vallons intermédiaires ; au contraire, celles qui sont composées de pierres calcinables sont à peu près égales dans toute leur hauteur, et elles ne sont interrompues que par des gorges et des vallons plus grands, plus réguliers, et dont les angles sont correspondans ; enfin elles sont couronnées de rochers dont la position est régulière et de niveau.

Quelque différence qui nous paroisse d'abord entre ces deux formes de montagnes, elles viennent cependant toutes deux de la même cause, comme nous venons de le faire voir ; seulement on doit observer que ces pierres calcinables n'ont éprouvé aucune altération, aucun changement, depuis la formation des couches horizontales, au lieu que celles de sable vitrifiable ont pu être altérées et interrompues par la production postérieure des rochers et des blocs anguleux qui se sont formés dans l'intérieur de ce sable. Ces deux espèces de montagnes ont des fentes qui sont presque toujours perpendiculaires dans celles de pierres calcinables, et qui paroissent être un peu plus irrégulières dans celles de roc vif et de grès ; c'est dans ces fentes qu'on trouve les métaux, les minéraux, les cristaux, les soufres, et toutes les matières de la seconde classe, et c'est au dessous de ces fentes que les eaux se rassemblent pour pénétrer ensuite plus avant et former les veines d'eau qu'on trouve au-dessous de la surface de la terre.

* Nous avons dit que *les plus hautes montagnes du globe sont les Cordilières en Amérique, surtout dans la partie de ces montagnes qui est située sous l'équateur et entre les tropiques.* Nos mathématiciens envoyés au Pérou, et quelques autres observateurs, en ont mesuré les hauteurs au dessus du niveau de la mer du Sud, les uns géométriquement, les autres par le moyen du baromètre, qui, n'étant pas sujet à de grandes variations dans ce climat, donne une mesure presque aussi exacte que celle de la trigonométrie. Voici le résultat de leurs observations :

Hauteur des montagnes les plus élevées de la province de Quito au Pérou.

	toises.
Cota-catché, au nord de Quito	2570
Cayambé-orcou, sous l'équateur	3030
Pitchincha, volcan en 1539, 1577 et 1660	2430
Antisana, volcan en 1590	3020

* collines et les montagnes calcaires, qui sont toutes au dessous de cette hauteur de deux mille toises. (*Add. Buff.*)

1. Voyez *Lettres édif.*, rec. II, t. II, p. 135, etc.

	toises.
Sinchoulogea, volcan en 1660	2570
Illinica, présumé volcan	2717
Coto-paxi, volcan en 1533, en 1742 et 1744	2950
Chimboraço, volcan : on ignore l'époque de son éruption	3220
Cargavi-raso, volcan écroulé en 1698	2450
Tongouragoa, volcan en 1641	2620
El-altan, l'une des montagnes appelées *Coillanes*	2730
Sanguaï, volcan actuellement enflammé depuis 1728	2680

En comparant ces mesures des montagnes de l'Amérique méridionale avec celles de notre continent, on verra qu'elles sont en général élevées d'un quart de plus que celles de l'Europe, et que presque toutes ont été ou sont encore des volcans embrasés; tandis que celles de l'intérieur de l'Europe, de l'Asie et de l'Afrique, même celles qui sont les plus élevées, sont tranquilles depuis un temps immémorial. Il est vrai que, dans plusieurs de ces dernières montagnes, on reconnoît assez évidemment l'ancienne existence des volcans, tant par les précipices dont les parois sont noires et brûlées, que par la nature des matières qui environnent ces précipices, et qui s'étendent sur la croupe de ces montagnes : mais comme elles sont situées dans l'intérieur des continens, et maintenant très-éloignées des mers, l'action de ces feux souterrains, qui ne peut produire de grands effets que par le choc de l'eau, a cessé lorsque les mers se sont éloignées; et c'est par cette raison que, dans les Cordilières, dont les racines bordent, pour ainsi dire, la mer du Sud, la plupart des pics sont des volcans actuellement agissans, tandis que depuis très-long-temps les volcans d'Auvergne, du Vivarais, du Languedoc, et ceux d'Allemagne, de la Suisse, etc., en Europe; ceux du mont Ararath en Asie, et ceux du mont Atlas en Afrique, sont absolument éteints.

La hauteur à laquelle les vapeurs se glacent est d'environ 2400 toises sous la zone torride; et en France, de 1500 toises de hauteur : les cimes des hautes montagnes surpassent quelquefois cette ligne de 8 à 900 toises, et toute cette hauteur est couverte de neiges qui ne fondent jamais; les nuages (qui s'élèvent le plus haut) ne les surpassent ensuite que de 3 à 400 toises, et n'excèdent par conséquent le niveau des mers que d'environ 3600 toises : ainsi, s'il y avoit des montagnes plus hautes encore, on leur verroit sous la zone torride une ceinture de neige à 2400 toises au dessus de la mer, qui finiroit à 3500 ou 3600 toises, non par la cessation du froid, qui devient toujours plus vif à mesure qu'on s'élève, mais parce que les vapeurs n'iroient pas plus haut.

M. de Keralio, savant physicien, a recueilli toutes les mesures prises par différentes personnes sur la hauteur des montagnes dans plusieurs contrées.

En Grèce, M. Bernouilli a déterminé la hauteur de l'Olympe à 1017 toises : ainsi la neige n'y est pas constante, non plus que sur le Pélion en Thessalie, le Cathalylium et le Cyllenou; la hauteur de ces monts n'atteint pas le degré de la glace. M. Bouguer donne 2500 toises de hauteur au pic de Ténériffe, dont le sommet est toujours couvert de neige. L'Etna, les monts Norwégiens, l'Hémus, l'Athos, l'Atlas, le Caucase et plusieurs autres, tels que le mont Ararath, le Taurus, le Libanon, sont en tout temps couverts de neige à leurs sommets.

	toises.
Selon Pontoppidam, les plus hauts monts de Norwége ont	3000
Nota. Cette mesure, ainsi que la suivante, me paraissent exagérées.	
Selon M. Brovallius, les plus hauts monts de Suède ont	2333

Selon les *Mémoires de l'Académie royale des Sciences* (année 1718), les plus hautes montagnes de France sont les suivantes :

	toises.
Le Cantal	984
Le mont Ventoux	1036
Le Canigou des Pyrénées	1441
Le Moussec	1253
Le Saint-Barthélemi	1184
Le Mont-d'Or en Auvergne, volcan éteint	1048

Selon M. Needham, les montagnes de Savoie ont en hauteur :

	toises.
Le couvent du grand Saint-Bernard	1241
Le Roc au sud-ouest de ce mont	1274
Le mont Serène	1282
L'allée Blanche	1249
Le mont Tourné	1683
Selon M. Facio de Duiller, le mont Blanc, ou la montagne Maudite, a	2213

Il est certain que les principales montagnes de Suisse sont plus hautes que celles de France, d'Espagne, d'Italie et d'Allemagne; plusieurs savans ont déterminé, comme il suit, la hauteur de ces montagnes.

Suivant M. Mikhéli, la plupart de ces montagnes, comme le Grimselberg, le Wetterhorn, le Schrekhorn, l'Eighess-schnéeberg, le Ficherhorn, le Stroubel, le Fourke, le Louk-manier, le Crispalt, le Mougle, la cime du Baduts et du Gothard, ont de 2400 à 2750 toises de hauteur au dessus du niveau de la mer : mais je soupçonne que ces

mesures données par M. Mikhéli sont trop fortes, d'autant qu'elles excèdent de moitié celles qu'ont données MM. Cassini, Scheuchzer et Mariotte, qui pourroient bien être trop foibles, mais non pas à cet excès; et ce qui fonde mon doute, c'est que, dans les régions froides et tempérées où l'air est toujours orageux, le baromètre est sujet à trop de variations, même inconnues des physiciens, pour qu'ils puissent compter sur les résultats qu'il présente.

Sur la formation des montagnes.

* Toutes les vallées et tous les vallons de la surface de la terre, ainsi que toutes les montagnes et les collines, ont eu deux causes primitives : la première est le feu, et la seconde l'eau. Lorsque la terre a pris sa consistance, il s'est élevé à sa surface un grand nombre d'aspérités, il s'est fait des boursoufflures comme dans un bloc de verre ou de métal fondu. Cette première cause a donc produit les premières et les plus hautes montagnes qui tiennent par leur base à la roche intérieure du globe, et sous lesquelles, comme partout ailleurs, il a dû se trouver des cavernes qui se sont affaissées en différens temps : mais, sans considérer ce second événement de l'affaissement des cavernes, il est certain que, dans le premier temps où la surface de la terre s'est consolidée, elle étoit sillonnée partout de profondeurs et d'éminences uniquement produites par l'action du premier refroidissement. Ensuite, lorsque les eaux se sont dégagées de l'atmosphère, ce qui est arrivé dès que la terre a cessé d'être brûlante au point de les rejeter en vapeurs, ces mêmes eaux ont couvert toute la surface de la terre actuellement habitée jusqu'à la hauteur de 2000 toises; et, pendant leur long séjour sur nos continens, le mouvement du flux et du reflux et celui des courans ont changé la disposition et la forme des montagnes et des vallées primitives. Ces mouvemens auront formé des collines dans les vallées, ils auront recouvert et environné de nouvelles couches de terre le pied et les croupes des montagnes; et les courans auront creusé des sillons, des vallons, dont tous les angles se correspondent. C'est à ces deux causes, dont l'une est bien plus ancienne que l'autre, qu'il faut rapporter la forme extérieure que nous présente la surface de la terre. Ensuite, lorsque les mers se sont abaissées, elles ont produit des escarpemens à côté de l'occident où elles s'écouloient le plus rapidement, et ont laissé des pentes douces du côté de l'orient.

Les éminences qui ont été formées par le sédiment et les dépôts de la mer, ont une structure bien différente de celles qui doivent leur origine au feu primitif : les premières sont toutes disposées par couches horizontales et contiennent une infinité de productions marines; les autres, au contraire, ont une structure moins régulière et ne renferment aucun indice de productions de la mer. Ces montagnes de première et de seconde formation n'ont rien de commun que les fentes perpendiculaires qui se trouvent dans les unes comme dans les autres; mais ces fentes sont un effet commun de deux causes bien différentes. Les matières vitrescibles, en se refroidissant, ont diminué de volume, et se sont par conséquent fendues de distance en distance : celles qui sont composées de matières calcaires amenées par les eaux, se sont fendues par le dessèchement.

J'ai observé plusieurs fois sur les collines isolées, que le premier effet des pluies est de dépouiller peu à peu leur sommet et d'en entraîner les terres, qui forment au pied de la colline une zone uniforme et très-épaisse de bonne terre, tandis que le sommet est devenu chauve et dépouillé dans son contour; voilà l'effet que produisent et doivent produire les pluies : mais une preuve qu'il y a eu une autre cause qui avoit précédemment disposé les matières autour de la colline, c'est que, dans toutes et même dans celles qui sont isolées, il y a toujours un côté ou le terrain est meilleur; elles sont escarpées d'une part, et en pente douce de l'autre; ce qui prouve l'action et la direction du mouvement des eaux d'un côté plus que de l'autre.

ARTICLE X.

Des Fleuves.

Nous avons dit que, généralement parlant, les plus grandes montagnes occupent le milieu des continens, que les autres occupent le milieu des îles, des presqu'îles, et des terres avancées dans la mer; que dans l'ancien continent les plus grandes chaînes de montagnes sont dirigées d'occident en orient, et que celles qui tournent vers le nord et vers le sud ne sont que des branches de ces chaînes principales : on verra de même que les plus grands fleuves sont dirigés comme les plus grandes montagnes, et qu'il y en a peu qui suivent la direction des branches de ces montagnes. Pour s'en assurer et le voir en détail, il n'y a qu'à jeter les yeux sur un

globe, et parcourir l'ancien continent depuis l'Espagne jusqu'à la Chine; on trouvera qu'à commencer par l'Espagne, le Vigo, le Douro, le Tage et la Guadiana vont d'orient en occident, et l'Èbre d'occident en orient, et qu'il n'y a pas une rivière remarquable dont le cours soit dirigé du sud au nord, ou du nord au sud, quoique l'Espagne soit environnée de la mer en entier du côté du midi, et presque en entier du côté du nord. Cette observation sur la direction des fleuves en Espagne prouve non seulement que les montagnes de ce pays sont dirigées d'occident en orient, mais encore que le terrain méridional et qui avoisine le détroit, et celui du détroit même, est une terre plus élevée que les côtes du Portugal; et de même du côté du nord, que les montagnes de Galice, des Asturies, etc., ne sont qu'une continuation des Pyrénées; et que c'est cette élévation des terres, tant au nord qu'au sud, qui ne permet pas aux fleuves d'arriver par là jusqu'à la mer.

On verra aussi, en jetant les yeux sur la carte de France, qu'il n'y a que le Rhône qui soit dirigé du nord au midi, et encore dans près de la moitié de son cours, depuis les montagnes jusqu'à Lyon, est-il dirigé de l'orient vers l'occident; mais qu'au contraire tous les autres grands fleuves, comme la Loire, la Charente, la Garonne et même la Seine, ont leur direction d'orient en occident.

On verra de même qu'en Allemagne il n'y a que le Rhin qui, comme le Rhône, a la plus grande partie de son cours du midi au nord; mais que les autres grands fleuves, comme le Danube, la Drave et toutes les grandes rivières qui tombent dans ces fleuves, vont d'occident en orient se rendre dans la mer Noire.

On reconnoîtra que cette mer Noire, que l'on doit plutôt considérer comme un grand lac que comme une mer, a presque trois fois plus d'étendue d'orient en occident que du midi au nord, et que par conséquent sa position est semblable à la direction des fleuves en général; qu'il en est de même de la mer Méditerranée, dont la longueur d'orient en occident est environ six fois plus grande que sa largeur moyenne, prise du nord au midi.

A la vérité, la mer Caspienne, suivant la carte qui en a été levée par ordre du czar Pierre Ier, a plus d'étendue du midi au nord que d'orient en occident; au lieu que dans les anciennes cartes elle étoit presque ronde, ou plus large d'orient en occident que du midi au nord : mais si l'on fait attention que le lac Aral peut être regardé comme ayant fait partie de la mer Caspienne, dont il n'est séparé que par des plaines de sable, on trouvera encore que la longueur depuis le bord occidental de la mer Caspienne jusqu'au bord oriental du lac Aral, est plus grande que la longueur depuis le bord méridional jusqu'au bord septentrional de la même mer.

On trouvera de même que l'Euphrate et le golfe Persique sont dirigés d'occident en orient, et que presque tous les fleuves de la Chine vont d'occident en orient. Il en est de même de tous les fleuves de l'intérieur de l'Afrique au delà de la Barbarie; ils coulent tous d'orient en occident et d'occident en orient : il n'y a que les rivières de Barbarie et le Nil qui coulent du midi au nord. A la vérité, il y a de grandes rivières en Asie qui coulent en partie du nord au midi, comme le Don, le Wolga, etc. : mais en prenant la longueur entière de leur cours, on verra qu'ils ne se tournent du côté du midi que pour se rendre dans la mer Noire et dans la mer Caspienne, qui sont des lacs dans l'intérieur des terres.

On peut donc dire en général que dans l'Europe, l'Asie et l'Afrique, les fleuves et les autres eaux méditerranées s'étendent plus d'orient en occident que du nord au sud; ce qui vient de ce que les chaînes de montagnes sont dirigées pour la plupart dans ce sens, et que d'ailleurs le continent entier de l'Europe et de l'Asie est plus large dans ce sens que l'autre; car il y a deux manières de concevoir cette direction des fleuves. Dans un continent long et étroit, comme est celui de l'Amérique méridionale, et dans lequel il n'y a qu'une chaîne principale de montagnes, qui s'étend du nord au sud, les fleuves n'étant retenus par aucune autre chaîne de montagnes, doivent couler dans le sens perpendiculaire à celui de la direction des montagnes, c'est-à-dire d'orient en occident ou d'occident en orient : c'est en effet dans ce sens que coulent toutes les rivières de l'Amérique, parce qu'à l'exception des Cordilières, il n'y a pas de chaînes de montagnes fort étendues et qu'il n'y en a point dont les directions soient parallèles aux Cordilières. Dans l'ancien continent, comme dans le nouveau, la plus grande partie des eaux ont leur plus grande étendue d'occident en orient, et le plus grand nombre des fleuves coulent dans cette direction, mais c'est par une autre raison; c'est qu'il y a plusieurs longues chaînes de montagnes parallèles les unes aux

autres, dont la direction est d'occident en orient, et que les fleuves et les autres eaux sont obligés de suivre les intervalles qui séparent ces chaînes de montagnes : par conséquent uue seule chaîne de montagnes, dirigée du nord au sud, produira des fleuves dont la direction sera la même que celle des fleuves qui sortiroient de plusieurs chaînes de montagnes dont la direction commune seroit d'orient en occident; et c'est par cette raison particulière que les fleuves d'Amérique ont cette direction, comme ceux de l'Europe, de l'Afrique et de l'Asie.

Pour l'ordinaire, les rivières occupent le milieu des vallées ou plutôt la partie la plus basse du terrain compris entre les deux collines ou montagnes opposées. Si les deux collines qui sont de chaque côté de la rivière ont chacune une pente à peu près égale, la rivière occupe à peu près le milieu du vallon ou de la vallée intermédiaire. Que cette vallée soit large ou étroite, si la pente des collines ou des terres élevées qui sont de chaque côté de la rivière, est égale, la rivière occupera le milieu de la vallée. Au contraire, si l'une des collines a une pente plus rapide que n'est la pente de la colline opposée, la rivière ne sera plus dans le milieu de la vallée; mais elle sera d'autant plus voisine de la colline la plus rapide, que cette rapidité de pente sera plus grande que celle de la pente de l'autre colline : l'endroit le plus bas du terrain, dans ce cas, n'est plus le milieu de la vallée : il est beaucoup plus près de la colline dont la pente est la plus grande, et c'est par cette raison que la rivière en est aussi plus près. Dans tous les endroits où il y a d'un côté de la rivière des montagnes ou des collines fort rapides, et de l'autre côté des terres élevées en pente douce, on trouvera toujours que la rivière coule au pied de ces collines rapides et qu'elle les suit dans toutes leurs directions, sans s'écarter de ces collines, jusqu'à ce que de l'autre côté il se trouve d'autres collines dont la pente soit assez considérable pour que le point le plus bas du terrain se trouve plus éloigné qu'il ne l'étoit de la colline rapide. Il arrive ordinairement que par la succession de temps la pente de la colline la plus rapide diminue et vient à s'adoucir, parce que les pluies entraînent les terres en plus grande quantité et les enlèvent avec plus de violence sur une pente rapide que sur une pente douce : la rivière est alors contrainte de changer de lit pour retrouver l'endroit le plus bas du vallon. Ajoutez à cela que comme toutes les rivières grossissent et débordent de temps en temps, elles transportent et déposent des limons en différens endroits, et que souvent il s'accumule des sables dans leur lit; ce qui fait refluer les eaux et en change la direction. Il est assez ordinaire de trouver dans les plaines un grand nombre d'anciens lits de la rivière, surtout si elle est impétueuse et sujette à de fréquentes inondations, et si elle entraîne beaucoup de sable et de limon.

Dans les plaines et dans les larges vallées où coulent les grands fleuves, le fond du lit du fleuve est ordinairement l'endroit le plus bas de la vallée : mais souvent la surface de l'eau du fleuve est plus élevée que les terres qui sont adjacentes à celles des bords du fleuve. Supposons, par exemple, qu'un fleuve soit à plein bord, c'est-à-dire que les bords et l'eau du fleuve soient de niveau, et que l'eau peu après commence à déborder des deux côtés : la plaine sera bientôt inondée jusqu'à une largeur considérable; et l'on observera que des deux côtés du fleuve les bords seront inondés les derniers; ce qui prouve qu'ils sont plus élevés que le reste du terrain; en sorte que de chaque côté du fleuve, depuis les bords jusqu'à un certain point de la plaine, il y a une pente insensible, une espèce de talus qui fait que la surface de l'eau du fleuve est plus élevée que le terrain de la plaine, surtout lorsque le fleuve est à plein bord. Cette élévation du terrain aux bords des fleuves provient du dépôt du limon dans les inondations : l'eau est communément très-bourbeuse dans les grandes crues des rivières; lorsqu'elle commence à déborder, elle coule très-lentement par dessus les bords; elle dépose le limon qu'elle contient et s'épure, pour ainsi dire, à mesure qu'elle s'éloigne davantage au large dans la plaine : de même toutes les parties de limon que le courant de la rivière n'entraîne pas sont déposées sur les bords; ce qui les élève peu à peu au dessus du reste de la plaine.

Les fleuves sont, comme l'on sait, toujours plus larges à leur embouchure; à mesure qu'on avance dans les terres et qu'on s'éloigne de la mer, ils diminuent de largeur: mais ce qui est plus remarquable et peut-être moins connu, c'est que dans l'intérieur des terres, à une distance considérable de la mer, ils vont droit et suivent la même direction dans de grandes longueurs; et à mesure qu'ils approchent de leur embouchure, les sinuosités de leur cours se multiplient. J'ai ouï dire à un voyageur, homme d'esprit et

bon observateur [1], qui a fait plusieurs grands voyages par terre dans la partie de l'ouest de l'Amérique septentrionale, que les voyageurs et même les sauvages ne se trompoient guère sur la distance où ils se trouvoient de la mer; que pour reconnoître s'ils étoient bien avant dans l'intérieur des terres ou s'ils étoient dans un pays voisin de la mer, ils suivoient le bord d'une grande rivière; et que quand la direction de la rivière étoit droite dans une longueur de quinze ou vingt lieues, ils jugeoient qu'ils étoient fort loin de la mer; qu'au contraire, si la rivière avoit des sinuosités et changeoit souvent de direction dans son cours, ils étoient assurés de n'être pas fort éloignés de la mer. M. Fabry a vérifié lui-même cette remarque, qui lui a été fort utile dans ses voyages, lorsqu'il parcouroit des pays inconnus et presque inhabités. Il y a encore une remarque qui peut être utile en pareil cas; c'est que dans les grands fleuves il y a, le long des bords, un remous considérable, et d'autant plus considérable qu'on est moins éloigné de la mer et que le lit du fleuve est plus large; ce qui peut encore servir d'indice pour juger si l'on est à de grandes ou à de petites distances de l'embouchure: et comme les sinuosités des fleuves se multiplient à mesure qu'ils approchent de la mer, il n'est pas étonnant que quelques-unes de ces sinuosités venant à s'ouvrir, forment des bouches par où une partie des eaux du fleuve arrive à la mer; et c'est une des raisons pourquoi les grands fleuves se divisent ordinairement en plusieurs bras pour arriver à la mer.

Le mouvement des eaux dans le cours des fleuves se fait d'une manière fort différente de celle qu'ont supposée les auteurs qui ont voulu donner des théories mathématiques sur cette matière: non seulement la surface d'une rivière en mouvement n'est pas de niveau en la prenant d'un bord à l'autre, mais même, selon les circonstances, le courant qui est dans le milieu est considérablement plus élevé ou plus bas que l'eau qui est près des bords. Lorsqu'une rivière grossit subitement par la fonte des neiges, ou lorsque, par quelque autre cause, sa rapidité augmente, si la direction de la rivière est droite, le milieu de l'eau, où est le courant, s'élève, et la rivière forme une espèce de courbe convexe ou d'élévation très-sensible, dont le plus haut point est dans le milieu du courant. Cette élévation est quelquefois fort considérable; et M. Hupeau, habile ingénieur des ponts-et-chaussées, m'a dit avoir un jour mesuré cette différence de niveau de l'eau du bord de l'Aveyron, et de celle du courant, ou du milieu de ce fleuve, et avoir trouvé trois pieds de différence; en sorte que le milieu de l'Aveyron étoit de trois pieds plus élevé que l'eau du bord. Cela doit en effet arriver toutes les fois que l'eau aura une très-grande rapidité: la vitesse avec laquelle elle est emportée diminuant l'action de sa pesanteur, l'eau qui forme le courant ne se met pas en équilibre par tout son poids avec l'eau qui est près des bords; et c'est ce qui fait qu'elle demeure plus élevée que celle-ci. D'autre côté, lorsque les fleuves approchent de leur embouchure, il arrive assez ordinairement que l'eau qui est près des bords est plus élevée que celle du milieu, quoique le courant soit rapide; la rivière paroît alors former une courbe concave dont le point le plus bas est dans le plus fort du courant: ceci arrive toutes les fois que l'action des marées se fait sentir dans un fleuve. On sait que dans les grandes rivières le mouvement des eaux occasioné par les marées est sensible à cent ou deux cents lieues de la mer; on sait aussi que le courant du fleuve conserve son mouvement au milieu des eaux de la mer jusqu'à des distances considérables: il y a donc, dans ce cas, deux mouvemens contraires dans l'eau du fleuve; le milieu, qui forme le courant, se précipite vers la mer, et l'action de la marée forme un contre-courant, un remous, qui fait remonter l'eau qui est voisine des bords, tandis que celle du milieu descend; et comme alors toute l'eau du fleuve doit passer par le courant qui est au milieu, celle des bords descend continuellement vers le milieu, et descend d'autant plus qu'elle est plus élevée et refoulée avec plus de force par l'action des marées.

Il y a deux espèces de remous dans les fleuves. Le premier, qui est celui dont nous venons de parler, est produit par une force vive, telle qu'est celle de l'eau de la mer dans les marées, qui non-seulement s'oppose comme obstacle au mouvement de l'état du fleuve, mais comme corps en mouvement, et en mouvement contraire et opposé à celui du courant de l'eau de ce fleuve; ce remous fait un contre-courant d'autant plus sensible que la marée est plus forte. L'autre espèce de remous n'a pour cause qu'une force morte, comme celle d'un obstacle, d'une avance de terre, d'une île dans la rivière, etc. Quoique ce remous

1. M. Fabry.

n'occasionne pas ordinairement un contre-courant bien sensible, il l'est cependant assez pour être reconnu, et même pour fatiguer les conducteurs de bateaux sur les rivières. Si cette espèce de remous ne fait pas toujours un contre-courant, il produit nécessairement ce que les gens de rivière appellent une *morte*, c'est-à-dire des eaux mortes, qui ne coulent pas comme le reste de la rivière, mais qui tournoient de façon que quand les bateaux y sont entraînés, il faut employer beaucoup de force pour les en faire sortir. Ces eaux mortes sont fort sensibles dans toutes les rivières rapides au passage des ponts. La vitesse de l'eau augmente, comme l'on sait, à proportion que le diamètre des canaux par où elle passe diminue, la force qui la pousse étant supposée la même; la vitesse d'une rivière augmente donc au passage d'un pont, dans la raison inverse de la somme de la largeur des arches à la largeur totale de la rivière; et encore faut-il augmenter cette raison de celle de la longueur des arches, ou, ce qui est le même, de la largeur du pont : l'augmentation de la vitesse de l'eau étant donc très-considérable en sortant de l'arche d'un pont, celle qui est à côté du courant est poussée latéralement et de côté contre les bords de la rivière; et par cette réaction, il se forme un mouvement de tournoiement quelquefois très-fort. Lorsqu'on passe sous le pont Saint-Esprit, les conducteurs sont forcés d'avoir une grande attention à ne pas perdre le fil du courant de l'eau, même après avoir passé le pont; car s'ils laissoient écarter le bateau à droite ou à gauche, on seroit porté contre le rivage avec danger de périr, ou tout au moins on seroit entraîné dans le tournoiement des eaux mortes, d'où l'on ne pourroit sortir qu'avec beaucoup de peine. Lorsque ce tournoiement, causé par le mouvement du courant et par le mouvement opposé du remous, est fort considérable, cela forme une espèce de petit gouffre; et l'on voit souvent dans les rivières rapides, à la chute de l'eau, au-delà des arrière-becs des piles d'un pont, qu'il se forme de ces petits gouffres ou tournoiemens d'eau, dont le milieu paroît être vide, et former une espèce de cavité cylindrique autour de laquelle l'eau tournoie avec rapidité. Cette apparence de cavité cylindrique est produite par l'action de la force centrifuge, qui fait que l'eau tâche de s'éloigner et s'éloigne en effet du centre du tourbillon causé par le tournoiement.

Lorsqu'il doit arriver une grande crue d'eau, les gens de rivière s'en aperçoivent par un mouvement particulier qu'ils remarquent dans l'eau; ils disent que la rivière *mouve de fond*, c'est-à-dire que l'eau du fond de la rivière coule plus vite qu'elle ne coule ordinairement. Cette augmentation de vitesse dans l'eau du fond de la rivière annonce toujours, selon eux, un prompt et subit accroissement des eaux. Le mouvement et le poids des eaux supérieures, qui ne sont point encore arrivées, ne laissent pas d'agir sur les eaux de la partie inférieure de la rivière, et leur communiquent ce mouvement; car il faut, à certains égards, considérer une fleuve qui est contenu et qui coule dans son lit, comme une colonne d'eau contenue dans un tuyau, et le fleuve entier comme un très-long canal où tous les mouvemens doivent se communiquer d'un bout à l'autre. Or, indépendamment du mouvement des eaux supérieures, leur poids seul pourroit faire augmenter la vitesse de la rivière, et peut-être la faire mouvoir de fond; car on sait qu'en mettant à l'eau plusieurs bateaux à la fois, on augmente dans ce moment la vitesse de la partie inférieure de la rivière, en même temps qu'on retarde la vitesse de la partie supérieure.

La vitesse des eaux courantes ne suit pas exactement, ni même à beaucoup près, la proportion de la pente. Un fleuve dont la pente seroit uniforme, et double de la pente d'un autre fleuve, ne devroit, à ce qu'il paroît, couler qu'une fois plus rapidement que celui-ci : mais il coule en effet beaucoup plus vite encore; sa vitesse, au lieu d'être double, est ou triple, ou quadruple, etc. Cette vitesse dépend beaucoup plus de la quantité d'eau et du poids des eaux supérieures que de la pente; et lorsqu'on veut creuser le lit d'un fleuve, ou celui d'un égout, etc., il ne faut pas distribuer la pente également sur toute la longueur; il est nécessaire, pour donner plus de vitesse à l'eau, de faire la pente beaucoup plus forte au commencement qu'à l'embouchure, où elle doit être presque insensible, comme nous le voyons dans les fleuves : lorsqu'ils approchent de leur embouchure, la pente est presque nulle, et cependant ils ne laissent pas de conserver une rapidité d'autant plus grande que le fleuve a plus d'eau; en sorte que dans les grandes rivières, quand même le terrain seroit de niveau, l'eau ne laisseroit pas de couler, et même de couler rapidement, non seulement par la vitesse ac-

quise[1], mais encore par l'action et le poids des eaux supérieures. Pour mieux faire sentir la vérité de ce que je viens de dire, supposons que la partie de la Seine qui est entre le Pont-Neuf et le Pont-Royal, fût parfaitement de niveau, et que partout elle eût dix pieds de profondeur; imaginons pour un instant que tout d'un coup on pût mettre à sec le lit de la rivière au dessous du Pont-Royal et au-dessus du Pont-Neuf: alors l'eau qui seroit entre ces deux ponts, quoique nous l'ayons supposée parfaitement de niveau, coulera des deux côtés en haut et en bas, et continuera de couler jusqu'à ce qu'elle se soit épuisée; car, quoiqu'elle soit de niveau, comme elle est chargée d'un poids de dix pieds d'épaisseur d'eau, elle coulera des deux côtés avec une vitesse proportionnelle à ce poids; et cette vitesse diminuant toujours à mesure que la quantité d'eau diminuera, elle ne cessera de couler que quand elle aura baissé jusqu'au niveau du fond. Le poids de l'eau contribue donc beaucoup à la vitesse de l'eau; et c'est pour cette raison que la plus grande vitesse du courant n'est ni à la surface de l'eau ni au fond, mais à peu près dans le milieu de la hauteur de l'eau, parce qu'elle est produite par l'action du poids de l'eau qui est à la surface, et par réaction du fond. Il y a même quelque chose de plus; c'est que si un fleuve avoit acquis une très-grande vitesse, il pourroit non seulement la conserver en traversant un terrain de niveau, mais même il seroit en état de surmonter une éminence sans se répandre beaucoup des deux côtés, ou du moins sans causer une grande inondation.

On seroit porté à croire que les ponts, les levées et les autres obstacles qu'on établit sur les rivières, diminuent considérablement la vitesse totale du cours de l'eau; cependant cela n'y fait qu'une très-petite différence. L'eau s'élève à la rencontre de l'avant-bec d'un pont : cette élévation fait qu'elle agit davantage par son poids, ce qui augmente la vitesse du courant entre les piles, d'autant plus que les piles sont plus larges et les arches plus étroites; en sorte que le retardement que ces obstacles causent à la vitesse totale du cours de l'eau est presque insensible. Les coudes, les sinuosités, les terres avancées, les îles, ne diminuent aussi que très-peu la vitesse totale du cours de l'eau. Ce qui produit une diminution très-considérable dans cette vitesse, c'est l'abaissement des eaux, comme au contraire l'augmentation du volume d'eau augmente cette vitesse plus qu'aucune autre cause.

Si les fleuves étoient toujours à peu près également pleins, le meilleur moyen de diminuer la vitesse de l'eau et de les contenir, seroit d'en élargir le canal : mais comme presque tous les fleuves sont sujets à grossir et à diminuer beaucoup, il faut, au contraire, pour les contenir, rétrécir leur canal, parce que dans les basses eaux, si le canal est fort large, l'eau qui passe dans le milieu, y creuse un lit particulier, y forme des sinuosités; et lorsqu'elle vient à grossir, elle suit cette direction qu'elle a prise dans ce lit particulier, elle vient frapper avec force contre les bords du canal, ce qui détruit les levées et cause de grands dommages. On pourroit prévenir en partie ces effets de la fureur de l'eau, en faisant, de distance en distance, de petits golfes dans les terres, c'est-à-dire en enlevant le terrain de l'un des bords jusqu'à une certaine distance dans les terres : et pour que ces petits golfes soient avantageusement placés, il faut les faire dans l'angle obtus des sinuosités du fleuve; car alors le courant de l'eau se détourne et tournoie dans ces petits golfes, ce qui en diminue la vitesse. Ce moyen seroit peut-être fort bon pour prévenir la chute des ponts dans les endroits où il n'est pas possible de faire des barres auprès du pont : ces barres soutiennent l'action du poids de l'eau; les golfes dont nous venons de parler en diminuent le courant : ainsi tous deux produiroient à peu près le même effet, c'est-à-dire la diminution de la vitesse.

La manière dont se font les inondations mérite une attention particulière. Lorsqu'une rivière grossit, la vitesse de l'eau augmente toujours de plus en plus jusqu'à ce que ce fleuve commence à déborder : dans cet instant la vitesse de l'eau diminue; ce qui fait que le débordement une fois commencé, il s'ensuit toujours une inondation qui dure plusieurs jours : car quand même il arriveroit une moindre quantité d'eau après le débordement qu'il n'en arrivoit auparavant, l'inondation ne laisseroit pas de se faire, parce

1. C'est faute d'avoir fait ces réflexions que M. Kuhn dit que la source du Danube est au moins de deux milles d'Allemagne plus élevée que son embouchure; que la mer Méditerranée est de 6 3/4 milles d'Allemagne plus basse que les sources du Nil; que la mer Atlantique est plus basse d'un demi-mille que la Méditerranée, etc., ce qui est absolument contraire à la vérité. Au reste, le principe faux dont M. Kuhn tire toutes ces conséquences, n'est pas la seule erreur qui se trouve dans cette pièce sur l'origine des fontaines, qui a remporté le prix de l'académie de Bordeaux en 1741.

qu'elle dépend beaucoup plus de la diminution de la vitesse de l'eau que de la quantité de l'eau qui arrive. Si cela n'étoit pas ainsi, on verroit souvent des fleuves déborder pour une heure ou deux, et rentrer ensuite dans leur lit, ce qui n'arrive jamais : l'inondation dure au contraire toujours pendant quelques jours, soit que la pluie cesse, ou qu'il arrive une moindre quantité d'eau, parce que le débordement a diminué la vitesse, et que par conséquent la même quantité d'eau n'étant plus emportée dans le même temps qu'elle l'étoit auparavant, c'est comme s'il en arrivoit une plus grande quantité. L'on peut remarquer, à l'occasion de cette diminution, que s'il arrive qu'un vent constant souffle contre le courant de la rivière, l'inondation sera beaucoup plus grande qu'elle n'auroit été sans cette cause accidentelle, qui diminue la vitesse de l'eau; comme au contraire, si le vent souffle dans la même direction que suit le courant de la rivière, l'inondation sera bien moindre, et diminuera plus promptement. Voici ce que dit M. Granger du débordement du Nil :

« La crue du Nil et son inondation a longtemps occupé les savans ; la plupart n'ont trouvé que du merveilleux dans la chose du monde la plus naturelle, et qu'on voit dans tous les pays du monde. Ce sont les pluies qui tombent dans l'Abyssinie et dans l'Éthiopie qui font la croissance et l'inondation de ce fleuve : mais on doit regarder le vent du nord comme cause primitive, 1° parce qu'il chasse les nuages qui portent cette pluie du côté de l'Abyssinie; 2° parce qu'étant le traversier des deux embouchures du Nil, il en fait refouler les eaux à contremont, et empêche par là qu'elles ne se jettent en trop grande quantité dans la mer : on s'assure tous les ans de ce fait lorsque le vent étant au nord et changeant tout à coup au sud, le Nil perd dans un jour ce dont il étoit crû dans quatre [1]. »

Les inondations sont ordinairement plus grandes dans les parties supérieures des fleuves que dans les parties inférieures et voisines de leur embouchure, parce que, toutes choses étant égales d'ailleurs, la vitesse d'un fleuve va toujours en augmentant jusqu'à la mer; et quoique ordinairement la pente diminue d'autant plus qu'il est plus près de son embouchure, la vitesse cependant est souvent plus grande par les raisons que nous avons rapportées. Le P. Castelli, qui a écrit fort sensément sur cette matière, remarque très-bien que la hauteur des levées qu'on a faites pour contenir le Pô, va toujours en diminuant jusqu'à la mer, en sorte qu'à Ferrare, qui est à 50 ou 60 milles de distance de la mer, les levées ont près de 20 pieds de hauteur au-dessus de la surface ordinaire du Pô; au lieu que plus bas, à 10 ou 12 milles de distance de la mer, les levées n'ont pas 12 pieds, quoique le canal du fleuve y soit aussi étroit qu'à Ferrare.

Au reste, la théorie du mouvement des eaux courantes est encore sujette à beaucoup de difficultés et d'obscurités, et il est très-difficile de donner des règles générales qui puissent s'appliquer à tous les cas particuliers : l'expérience est ici plus nécessaire que la spéculation; il faut non seulement connoître par expérience les effets ordinaires des fleuves en général, mais il faut encore connoître en particulier la rivière à laquelle on a affaire, si l'on veut en raisonner juste et y faire des travaux utiles et durables. Les remarques que j'ai données ci-dessus, sont nouvelles pour la plupart : il seroit à désirer qu'on rassemblât beaucoup d'observations semblables; on parviendroit peut-être à éclaircir cette matière, et à donner des règles certaines pour contenir et diriger les fleuves, et prévenir la ruine des ponts, des levées, et les autres dommages que cause la violente impétuosité des eaux [2].

1. *Voyage de Granger;* Paris, 1745, p. 13 et 14.

2. Au sujet de la théorie des eaux courantes, je vais ajouter une observation nouvelle, que j'ai faite depuis que j'ai établi des usines, où la différente vitesse de l'eau peut se reconnoître assez exactement. Sur neuf roues qui composent le mouvement de ces usines, dont les unes reçoivent leur impulsion par une colonne d'eau de deux ou trois pieds, et les autres de cinq à six pieds de hauteur, j'ai été assez surpris d'abord de voir que toutes ces roues tournoient plus vite la nuit que le jour, et que la différence étoit d'autant plus grande que la colonne d'eau étoit plus haute et plus large. Par exemple, si l'eau a six pieds de chute, c'est-à-dire si le biez près de la vanne a six pieds de hauteur d'eau, et que l'ouverture de la vanne ait deux pieds de hauteur, la roue tournera, pendant la nuit, d'un dixième et quelquefois d'un neuvième plus vite que pendant le jour; et s'il y a moins de hauteur d'eau, la différence entre la vitesse pendant la nuit et pendant le jour sera moindre, mais toujours assez sensible pour être reconnue. Je me suis assuré de ce fait, en mettant des marques blanches sur les roues, et en comptant avec une montre à secondes le nombre de leurs révolutions dans un même temps, soit la nuit, soit le jour, et j'ai constamment trouvé, par un très-grand nombre d'observations, que le temps de la plus grande vitesse des roues étoit l'heure la plus froide de la nuit, et qu'au contraire celui de la moindre vitesse étoit le moment de la plus grande chaleur du jour : ensuite j'ai de même reconnu que la vitesse de toutes les

Les plus grands fleuves de l'Europe sont le Wolga, qui a environ 650 lieues de cours depuis Reschow jusqu'à Astracan sur la mer Caspienne; le Danube, dont le cours est d'environ 450 lieues depuis les montagnes de Suisse jusqu'à la mer Noire; le Don, qui a 400 lieues de cours depuis la source du Sosna, qu'il reçoit, jusqu'à son embouchure dans la mer Noire; le Niéper, dont le cours est d'environ 350 lieues, qui se jette aussi dans la mer Noire; la Duine, qui a environ 300 lieues de cours, et qui va se jeter dans la mer Blanche, etc.

Les plus grands fleuves de l'Asie sont le Hoanho de la Chine, qui a 850 lieues de cours en prenant sa source à Raja-Ribron, et qui tombe dans la mer de la Chine, au midi du golfe de Changi; le Jénisea de la Tartarie, qui a 800 lieues environ d'étendue, depuis le lac Selingua jusqu'à la mer septentrionale de la Tartarie; le fleuve Oby, qui en a environ 600, depuis le lac Kila jusque dans la mer du Nord, au delà du détroit de Waigats; le fleuve Amour de la Tartarie orientale, qui a environ 575 lieues de cours, en comptant depuis la source du fleuve Kerlon, qui s'y jette, jusqu'à la mer de Kamtschatka, où il a son embouchure; le fleuve Menamcon, qui a son embouchure à Poulo-Condor, et qu'on peut mesurer depuis la source du Longmu, qui s'y jette; le fleuve Kian, dont le cours est environ de 550 lieues en le mesurant depuis la source de la rivière Kinxa, qu'il reçoit, jusqu'à son embouchure dans la mer de la Chine; le Gange, qui a aussi environ 550 lieues de cours; l'Euphrate, qui en a 500, en le prenant depuis la source de la rivière Irma, qu'il reçoit; l'Indus, qui a environ 400 lieues de cours, et qui tombe dans la mer d'Arabie à la partie occidentale de Guzarate; le fleuve Sirderoias, qui a une étendue de 400 lieues environ, et qui se jette dans le lac Aral.

Les plus grands fleuves de l'Afrique sont le Sénégal, qui a 1125 lieues environ de cours, en y comprenant le Niger, qui n'en est en effet qu'une continuation, et en remontant le Niger jusqu'à la source du Gombarou, qui se jette dans le Niger; le Nil, dont la longueur est de 970 lieues, et qui prend sa source dans la haute Éthiopie, où il fait plusieurs contours : il y a aussi le Zaïr et le Coanza, desquels on connoît environ 400 lieues, mais qui s'étendent bien plus au loin dans les terres de Monoémugi; le Couama, dont on ne connoît aussi qu'environ 400 lieues, et qui vient de plus loin, des terres de la Cafrerie; le Quilmanci, dont le cours entier est de 400 lieues, et qui prend sa source dans le royaume de Gengiro.

Enfin les plus grands fleuves d'Amérique, qui sont aussi les plus larges fleuves du monde, sont la rivière des Amazones, dont le cours est de plus de 1200 lieues, si l'on remonte jusqu'au lac qui est près de Guanuco, à 30 lieues de Lima, où le Maragnon prend sa source; et si l'on remonte jusqu'à la source de la rivière Napo, à quelque distance de Quito, le cours de la rivière des Amazones est de plus de mille lieues.

On pourroit dire que le cours du fleuve

roues est généralement plus grande en hiver qu'en été. Ces faits, qui n'ont été remarqués par aucun physicien, sont importans dans la pratique. La théorie en est bien simple : cette augmentation de vitesse dépend uniquement de la densité de l'eau, laquelle augmente par le froid et diminue par le chaud; et, comme il ne peut passer que le même volume par la vanne, il se trouve que ce volume d'eau, plus dense pendant la nuit et en hiver qu'il ne l'est pendant le jour ou en été, agit avec plus de masse sur la roue, et lui communique par conséquent une plus grande quantité de mouvement. Ainsi, toutes choses étant égales d'ailleurs, on aura moins de perte à faire chômer ses usines à l'eau pendant la chaleur du jour, et à les faire travailler pendant la nuit : j'ai vu dans mes forges que cela ne laissoit pas d'influer d'un douzième sur le produit de la fabrication du fer.

Une seconde observation, c'est que de deux roues, l'une plus voisine que l'autre du biez, mais du reste parfaitement égales, et toutes deux mues par une égale quantité d'eau qui passe par des vannes égales, celle des roues qui est la plus voisine du biez tourne toujours plus vite que l'autre qui en est plus éloignée, et à laquelle l'eau ne peut arriver qu'après avoir parcouru un certain espace dans le courant particulier qui aboutit à cette roue. On sent bien que le frottement de l'eau contre les parois de ce canal doit en diminuer la vitesse; mais cela seul ne suffit pas pour rendre raison de la différence considérable qui se trouve entre le mouvement de ces deux roues : elle provient en premier lieu, de ce que l'eau contenue dans ce canal cesse d'être pressée latéralement, comme elle l'est en effet lorsqu'elle entre par la vanne du biez et qu'elle frappe immédiatement les aubes de la roue; secondement, cette inégalité de vitesse, qui se mesure sur la distance du biez à ces roues, vient encore de ce que l'eau qui sort d'une vanne n'est pas une colonne qui ait les dimensions de la vanne; car l'eau forme dans son passage un cône irrégulier, d'autant plus déprimé sur les côtés, que la masse d'eau dans le biez a plus de largeur. Si les aubes de la roue sont très-près de la vanne, l'eau s'y applique presque à la hauteur de l'ouverture de la vanne : mais si la roue est plus éloignée du biez, l'eau s'abaisse dans le coursier, et ne frappe plus les aubes de la roue à la même hauteur ni avec autant de vitesse que dans le premier cas; et ces deux causes réunies produisent cette diminution de vitesse dans les roues qui sont éloignées du biez. (*Add. Buff.*)

Saint-Laurent en Canada est de plus de 900 lieues, depuis son embouchure en remontant le lac Ontario et le lac Érié, de là au lac Huron, ensuite au lac Supérieur, de là au lac Alemipigo, au lac Cristinaux, et enfin au lac des Assiniboïls, les eaux de tous ces lacs tombant des uns dans les autres, et enfin dans le fleuve Saint-Laurent.

Le fleuve Mississipi a plus de 700 lieues d'étendue depuis son embouchure jusqu'à quelques-unes de ses sources, qui ne sont pas éloignées du lac des Assiniboïls dont nous venons de parler.

Le fleuve de la Plata a plus de 800 lieues de cours, en le remontant depuis son embouchure jusqu'à la source de la rivière Parana, qu'il reçoit.

Le fleuve Orénoque a plus de 575 lieues de cours, en comptant depuis la source de la rivière Caketa près de Pasto, qui se jette en partie dans l'Orénoque, et coule aussi en partie vers la rivière des Amazones.

La rivière Madera, qui se jette dans celle des Amazones, a plus de 660 ou 670 lieues.

Pour savoir à peu près la quantité d'eau que la mer reçoit par tous les fleuves qui y arrivent, supposons que la moitié du globe soit couverte par la mer, et que l'autre moitié soit terre sèche, ce qui est assez juste; supposons aussi que la moyenne profondeur de la mer, en la prenant dans toute son étendue, soit d'un quart de mille d'Italie, c'est-à-dire d'environ 230 toises: la surface de toute la terre étant de 170,981,012 milles, la surface de la mer est de 85,490,506 milles carrés, qui étant multipliés par 1/4, profondeur de la mer, donnent 21,372,626 milles cubiques pour la quantité d'eau contenue dans l'Océan tout entier. Maintenant, pour calculer la quantité d'eau que l'Océan reçoit des rivières, prenons quelque grand fleuve dont la vitesse et la quantité d'eau nous soient connues; le Pô, par exemple, qui passe en Lombardie, et qui arrose un pays de 380 milles de longueur, suivant Riccioli: sa largeur, avant qu'il se divise en plusieurs bouches pour tomber dans la mer, est de cent perches de Bologne, ou de mille pieds, et sa profondeur de dix pieds; sa vitesse est telle, qu'il parcourt 4 milles dans une heure: ainsi le Pô fournit à la mer 200,000 perches cubiques d'eau en une heure, ou 4,800,000 dans un jour. Mais un mille cubique contient 125,000,000 perches cubiques: ainsi il faut vingt-six jours pour qu'il porte à la mer un mille cubique d'eau. Reste maintenant à déterminer la proportion qu'il y a entre la rivière du Pô et toutes les rivières de la terre prises ensemble, ce qu'il est impossible de faire exactement; mais pour le savoir à peu près, supposons que la quantité d'eau que la mer reçoit par les grandes rivières dans tous les pays, soit proportionnelle à l'étendue et à la surface de ces pays, et que par conséquent le pays arrosé par le Pô et par les rivières qui y tombent, soit à la surface de toute la terre sèche en même proportion que le Pô est à toutes les rivières de la terre. Or, par les cartes les plus exactes, le Pô, depuis sa source jusqu'à son embouchure, traverse un pays de 380 milles de longueur, et les rivières qui y tombent de chaque côté, viennent de sources et de rivières qui sont à environ 60 milles de distance du Pô: ainsi ce fleuve et les rivières qu'il reçoit, arrosent un pays de 380 milles de long et de 120 milles de large; ce qui fait 45,600 milles carrés. Mais la surface de toute la terre sèche est de 85,490,506 milles carrés; par conséquent la quantité d'eau que toutes les rivières portent à la mer sera 1874 fois plus grande que la quantité que le Pô lui fournit: mais comme vingt-six rivières comme le Pô fournissent un mille cubique d'eau à la mer par jour, il s'ensuit que dans l'espace d'un an, 1874 rivières comme le Pô fourniront à la mer 26,308 milles cubiques d'eau, et que dans l'espace de 812 ans toutes ces rivières fourniroient à la mer 21,372,626 milles cubiques d'eau, c'est-à-dire autant qu'il y en a dans l'Océan, et que par conséquent il ne faudrait que 812 ans pour le remplir.

Il résulte de ce calcul, que la quantité d'eau que l'évaporation enlève de la surface de la mer, que les vents transportent sur la terre, et qui produit tous les ruisseaux et tous les fleuves, est d'environ 245 lignes, ou de 20 à 21 pouces par an, ou d'environ les deux tiers d'une ligne par jour; ceci est une très-petite évaporation, quand même on la doubleroit ou tripleroit, afin de tenir compte de l'eau qui retombe sur la mer, et qui n'est pas transportée sur la terre. Voyez sur ce sujet l'écrit de Halley dans les *Transactions philosophiques*, n° 192, où il fait voir évidemment et par le calcul, que les vapeurs qui s'élèvent au dessus de la mer, et que les vents transportent sur la terre, sont suffisantes pour former toutes les rivières et entretenir toutes les eaux qui sont à la surface de la terre.

Après le Nil, le Jourdain est le fleuve le plus considérable qui soit dans le Levant, et même dans la Barbarie: il fournit à la

mer Morte environ six millions de tonnes d'eau par jour : toute cette eau, et au delà, est enlevée par l'évaporation ; car en comptant, suivant le calcul de Halley, 6914 tonnes d'eau qui se réduit en vapeurs sur chaque mille superficiel, on trouve que la mer Morte, qui a 72 milles de long sur 18 milles de large, doit perdre tous les jours par l'évaporation près de neuf millions de tonnes d'eau, c'est-à-dire non seulement toute l'eau qu'elle reçoit du Jourdain, mais encore celle des petites rivières qui y arrivent des montagnes de Moab et d'ailleurs : par conséquent elle ne communique avec aucune autre mer par des canaux souterrains.

Les fleuves les plus rapides de tous sont le Tigre, l'Indus, le Danube, l'Yrtis en Sibérie, le Malmistra en Cilicie, etc. Mais, comme nous l'avons dit au commencement de cet article, la mesure de la vitesse des eaux d'un fleuve dépend de deux causes : la première est la pente, et la seconde le poids et la quantité d'eau. En examinant sur le globe quels sont les fleuves qui ont le plus de pente, on trouvera que le Danube en a beaucoup moins que le Pô, le Rhin, et le Rhône, puisque, tirant quelques-unes de ses sources des mêmes montagnes, le Danube a un cours beaucoup plus long qu'aucun de ces trois autres fleuves, et qu'il tombe dans la mer Noire, qui est plus élevée que la Méditerranée, et peut-être plus que l'Océan.

Tous les grands fleuves reçoivent beaucoup d'autres rivières dans toute l'étendue de leur cours ; on a compté, par exemple, que le Danube reçoit plus de deux cents tant ruisseaux que rivières. Mais en ne comptant que les rivières assez considérables que les fleuves reçoivent, on trouvera que le Danube en reçoit trente ou trente-une, le Wolga en reçoit trente-deux ou trente-trois, le Don cinq ou six, le Niéper dix-neuf ou vingt, la Duine onze ou douze ; et de même en Asie le Hoanho reçoit trente-quatre ou trente-cinq rivières ; le Jénisca en reçoit plus de soixante, l'Oby tout autant, le fleuve Amour environ quarante ; le Kian ou fleuve de Nanquin en reçoit environ trente, le Gange plus de vingt, l'Euphrate dix ou onze, etc. En Afrique, le Sénégal reçoit plus de vingt rivieres : le Nil ne reçoit aucune riviere qu'à plus de cinq cents lieues de son embouchure ; la derniere qui y tombe est le Moraba, et de cet endroit jusqu'à sa source il reçoit environ douze ou treize rivieres. En Amérique, le fleuve des Amazones en reçoit plus de soixante, et toutes fort considérables ; le fleuve Saint-Laurent environ quarante, en comptant celles qui tombent dans les lacs ; le fleuve Mississipi plus de quarante, le fleuve de la Plata plus de cinquante, etc.

Il y a sur la surface de la terre des contrées élevées qui paroissent être des points de partage marqués par la nature pour la distribution des eaux. Les environs du mont Saint-Gothard sont un de ces points en Europe. Un autre point est le pays situé entre les provinces de Belozera et de Vologda en Moscovie, d'où descendent des rivières dont les unes vont à la mer Blanche, d'autres à la mer Noire, et d'autres à la mer Caspienne en Asie ; le pays des Tartares Mogols d'où il coule des rivières dont les unes vont se rendre dans la mer Tranquille ou mer de la Nouvelle-Zemble, d'autres au golfe Linchidolin, d'autres à la mer de Corée, d'autres à celle de la Chine ; et de même le petit Thibet, dont les eaux coulent vers la mer de la Chine, vers le golfe de Bengale, vers le golfe de Cambaïe et vers le lac Aral ; en Amérique la province de Quito, qui fournit des eaux à la mer du Sud, à la mer du Nord, et au golfe du Mexique.

Il y a dans l'ancien continent environ quatre cent trente fleuves qui tombent immédiatement dans l'Océan ou dans la Méditerranée et la mer Noire, et dans le nouveau continent on ne connoît guère que cent quatre-vingts fleuves qui tombent immédiatement dans la mer ; au reste, je n'ai compris dans ce nombre que des rivières grandes au moins comme l'est la Somme en Picardie.

Toutes ces rivières transportent à la mer avec leurs eaux une grande quantité de parties minérales et salines qu'elles ont enlevées des différens terrains par où elles ont passé. Les particules de sels, qui, comme l'on sait, se dissolvent aisément, arrivent à la mer avec les eaux des fleuves. Quelques physiciens, et entre autres Halley, ont prétendu que la salure de la mer ne provenoit que des sels de la terre que les fleuves y transportent ; d'autres ont dit que la salure de la mer étoit aussi ancienne que la mer même, et que ce sel n'avoit été créé que pour l'empêcher de se corrompre : mais on peut croire que l'eau de la mer est préservée de la corruption par l'agitation des vents et par celle du flux et reflux, autant que par le sel qu'elle contient ; car quand on

la garde dans un tonneau, elle se corrompt au bout de quelques jours, et Boyle rapporte qu'un navigateur pris par un calme qui dura treize jours, trouva la mer si infectée au bout de ce temps que si le calme n'eût cessé, la plus grande partie de son équipage auroit péri. L'eau de la mer est aussi mêlée d'une huile bitumineuse, qui lui donne un goût désagréable, et qui la rend très-malsaine. La quantité de sel que l'eau de la mer contient est d'environ une quarantième partie, et la mer est à peu près également salée partout, au dessus comme au fond, également sous la ligne et au cap de Bonne-Espérance, quoiqu'il y ait quelques endroits, comme à la côte de Mozambique, où elle est plus salée qu'ailleurs. On prétend aussi qu'elle est moins salée dans la zone arctique : cela peut venir de la grande quantité de neige et des grands fleuves qui tombent dans ces mers, et de ce que la chaleur du soleil n'y produit que peu d'évaporation, en comparaison de l'évaporation qui se fait dans les climats chauds.

Quoi qu'il en soit, je crois que les vraies causes de la salure de la mer sont non seulement les bancs de sel qui ont pu se trouver au fond de la mer et le long des côtes, mais encore les sels mêmes de la terre que les fleuves y transportent continuellement; et que Halley a eu quelque raison de présumer qu'au commencement du monde la mer n'étoit que peu ou point salée, qu'elle l'est devenue par degrés et à mesure que les fleuves y ont amené des sels; que cette salure augmente peut-être tous les jours et augmentera toujours de plus en plus, et que par conséquent il a pu conclure qu'en faisant des expériences pour reconnoître la quantité de sel dont l'eau d'un fleuve est chargée lorsqu'elle arrive à la mer, et qu'en supputant la quantité d'eau que tous les fleuves y portent, on viendroit à connoître l'ancienneté du monde par le degré de la salure de la mer.

Les plongeurs et les pêcheurs de perles assurent, au rapport de Boyle, que plus on descend dans la mer, plus l'eau est froide; que le froid est même si grand à une profondeur considérable, qu'ils ne peuvent le souffrir, et que c'est par cette raison qu'ils ne demeurent pas long-temps sous l'eau, lorsqu'ils descendent à une profondeur un peu plus grande, que quand ils ne descendent qu'à une petite profondeur. Il me paroît que le poids de l'eau pourroit en être la cause aussi bien que le froid, si on descendoit à une grande profondeur, comme trois ou quatre cents brasses; mais, à la vérité, les plongeurs ne descendent jamais à plus de cent pieds ou environ. Le même auteur rapporte que dans un voyage aux Indes orientales, au delà de la ligne, à environ 35 degrés de latitude sud, on laissa tomber une sonde à quatre cents brasses de profondeur, et qu'ayant retiré cette sonde qui étoit de plomb et qui pesoit environ trente à trente-cinq livres, elle étoit devenue si froide, qu'il sembloit toucher un morceau de glace. On sait aussi que les voyageurs, pour rafraîchir leur vin, descendent les bouteilles à plusieurs brasses de profondeur dans la mer; et plus on les descend, plus le vin est frais.

Tous ces faits pourroient faire présumer que l'eau de la mer est plus salée au fond qu'à la surface; cependant on a des témoignages contraires, fondés sur des expériences qu'on a faites pour tirer dans des vases, qu'on ne débouchoit qu'à une certaine profondeur, de l'eau de la mer, laquelle ne s'est pas trouvée plus salée que celle de la surface : il y a même des endroits où l'eau de la surface étant salée, l'eau du fond se trouve douce; et cela doit arriver dans tous les lieux où il y a des fontaines et des sources qui sourdent du fond de la mer, comme auprès de Goa, à Ormus, et même dans la mer de Naples, où il y a des sources chaudes dans le fond [1].

1. Au sujet de la salure de la mer, il y a deux opinions, qui toutes deux sont fondées et en partie vraies. Halley attribue la salure de la mer uniquement aux sels de la terre que les fleuves y transportent, et pense même qu'on peut reconnoître l'ancienneté du monde par le degré de cette salure des eaux de la mer. Leibnitz croit au contraire que le globe de la terre ayant été liquéfié par le feu, les sels et les autres parties empyreumatiques ont produit avec les vapeurs aqueuses une eau lixivielle et salée, et que par conséquent la mer avoit son degré de salure dès le commencement. Les opinions de ces deux grands physiciens, quoique opposées, doivent être réunies, et peuvent même s'accorder avec la mienne : il est en effet très-probable que l'action du feu combinée avec celle de l'eau a fait la dissolution de toutes les matières salines qui se sont trouvées à la surface de la terre dès le commencement, et que par conséquent le premier degré de salure de la mer provient de la cause indiquée par Leibnitz; mais cela n'empêche pas que la seconde cause désignée par Halley n'ait aussi très-considérablement influé sur le degré de la salure actuelle de la mer, qui ne peut manquer d'aller toujours en augmentant, parce qu'en effet les fleuves ne cessent de transporter à la mer une grande quantité de sels fixes, que l'évaporation ne peut enlever; ils restent donc mêlés avec la masse des eaux, qui, dans la mer, se trouvent généralement

Il y a d'autres endroits où l'on a remarqué des sources bitumineuses et des couches de bitume au fond de la mer, et sur la terre il y a une grande quantité de ces sources qui portent le bitume mêlé avec l'eau dans la mer. A la Barbade, il y a une source de bitume pur qui coule des rochers jusqu'à la mer; le sel et le bitume sont donc les matières dominantes dans l'eau de la mer : mais elle est encore mêlée de beaucoup d'autres matières; car le goût de l'eau n'est pas le même dans toutes les parties de l'Océan. D'ailleurs l'agitation, et la chaleur du soleil, altèrent le goût naturel que devroit avoir l'eau de la mer; et les couleurs différentes des différentes mers, et des mêmes mers en différens temps, prouvent que l'eau de la mer contient des matières de bien des espèces, soit qu'elle les détache de son propre fond, soit qu'elles y soient amenées par les fleuves.

Presque tous les pays arrosés par de grands fleuves sont sujets à des inondations périodiques, surtout les pays bas et voisins de leur embouchure; et les fleuves qui tirent leurs sources de fort loin, sont ceux qui débordent le plus régulièrement. Tout le monde a entendu parler des inondations du Nil : il conserve dans un grand espace, et fort loin dans la mer, la douceur et la blancheur de ses eaux. Strabon et les autres anciens auteurs ont écrit qu'il y avoit sept embouchures, mais aujourd'hui il n'en reste que deux qui soient navigables; il y a un troisième canal qui descend à Alexandrie pour remplir les citernes, et un quatrième canal qui est encore plus petit. Comme on a négligé depuis fort long-temps de nettoyer les canaux, ils se sont comblés. Les anciens employoient à ce travail un grand nombre d'ouvriers et de soldats, et tous les ans, après l'inondation, l'on enlevoit le limon et le sable qui étoient dans les canaux; ce fleuve en charrie une très-grande quantité. La cause du débordement du Nil vient des pluies qui tombent en Éthiopie : elles commencent au mois d'avril, et ne finissent qu'au mois de septembre. Pendant les trois premiers mois les jours sont sereins et beaux : mais dès que le soleil se couche, il pleut jusqu'à ce qu'il se lève; ce qui est accompagné ordinairement des tonnerres et d'éclairs. L'inondation ne commence en Égypte que vers le 17 de juin; elle augmente ordinairement pendant environ quarante jours, et diminue pendant tout autant de temps : tout le plat pays de l'Égypte est inondé. Mais ce débornement est bien moins considérable aujourd'hui qu'il ne l'étoit autrefois; car Hérodote nous dit que le Nil étoit cent jours à croître et autant à décroître. Si le fait est vrai, on ne peut guère en attribuer la cause qu'à l'élévation du terrain que le limon des eaux a haussé peu à peu, et à la diminution de la hauteur des montagnes de l'intérieur de l'Afrique dont il tire sa source; il est assez naturel d'imaginer que ces montagnes ont diminué, parce que les pluies abondantes qui tombent dans ces climas pendant la moitié de l'année, entraînent les sables et les terres du dessus des montagnes dans les vallons, d'où les torrens les charrient dans le canal du Nil, qui en emporte une bonne partie en Égypte, où il les dépose dans ses débordemens.

Le Nil n'est pas le seul fleuve dont les inondations soient périodiques et annuelles : on a appelé la rivière de Pégu *le Nil indien*, parce que ses débordemens se font tous les ans régulièrement; il inonde ce pays à plus de trente lieues de ses bords, et il laisse, comme le Nil, un limon qui fertilise si fort la terre, que les pâturages y deviennent excellens pour le bétail, et que le riz y vient en si grande abondance, qu'on en charge tous les ans un grand nombre de vaisseaux sans que le pays en manque. Le Niger, ou, ce qui revient au même, la partie supérieure du Sénégal, déborde aussi comme le Nil, et l'inondation, qui couvre tout le plat pays de la Nigritie, commence à peu près dans le même temps que celle du Nil, vers le 15 juin; elle augmente aussi pendant quarante jours. Le fleuve de la Plata, au Brésil, déborde aussi tous les ans, et dans le même temps que le Nil; le Gange, l'Indus, l'Euphrate, et quelques autres, débordent aussi tous les ans : mais tous les autres fleuves n'ont pas des débordemens périodiques; et quand il arrive des inondations, c'est un effet de plusieurs causes qui se combinent pour fournir une plus grande quantité d'eau qu'à l'ordinaire, et pour retarder en même temps la vitesse du fleuve.

Nous avons dit que dans presque tous les

d'autant plus salées qu'elles sont plus éloignées de l'embouchure des fleuves, et que la chaleur du climat y produit une plus grande évaporation. La preuve que cette seconde cause y fait peut-être autant et plus que la première, c'est que tous les lacs dont il sort des fleuves, ne sont point salés; tandis que presque tous ceux qui reçoivent des fleuves sans qu'ils en sortent, sont imprégnés de sel. La mer Caspienne, le lac Aral, la mer Morte, etc., ne doivent leur salure qu'aux sels que les fleuves y transportent et que l'évaporation ne peut enlever. (*Add. Buff.*)

fleuves la pente de leur lit va toujours en diminuant jusqu'à leur embouchure d'une manière assez insensible : mais il y en a dont la pente est très-brusque dans certains endroits; ce qui forme ce qu'on appelle une *cataracte*, qui n'est autre chose qu'une chute d'eau plus vive que le courant ordinaire du fleuve. Le Rhin, par exemple, a deux cataractes; l'une à Bilefeld, et l'autre auprès de Schaffhouse. Le Nil en a plusieurs, et entre autres deux qui sont très-violentes et qui tombent de fort haut entre deux montagnes. La rivière Vologda, en Moscovie, a aussi deux cataractes auprès de Ladoga. Le Zaïr, fleuve de Congo, commence par une forte cataracte qui tombe du haut d'une montagne. Mais la plus fameuse cataracte est celle de la rivière Niagara au Canada [1]; elle tombe de 156 pieds de hauteur perpendiculaire comme un torrent prodigieux, et elle a plus d'un quart de lieue de largeur : la brume ou le brouillard que l'eau fait en tombant se voit de cinq lieues, et s'élève jusqu'aux nues; il s'y forme un très-bel arc-en-ciel lorsque le soleil donne dessus. Au dessous de cette cataracte il y a des tournoiemens d'eau si terribles, qu'on ne peut y naviguer jusqu'à six milles de distance; et au dessus de la cataracte, la rivière est beaucoup plus étroite qu'elle ne l'est dans les terres supérieures. Voici la description qu'en donne le P. Charlevoix:

« Mon premier soin fut de visiter la plus belle cascade qui soit peut-être dans la nature; mais je reconnus d'abord que le baron de La Hontan s'étoit trompé sur sa hauteur et sur sa figure, de manière à faire juger qu'il ne l'avoit point vue.

« Il est certain que si on mesure sa hauteur par les trois montagnes qu'il faut franchir d'abord, il n'y a pas beaucoup à rabattre des 600 pieds que lui donne la carte de M. Delisle, qui sans doute n'a avancé ce paradoxe que sur la foi du baron de La Hanton et du P. Hennepin : mais après que je fus arrivé au sommet de la troisième montagne, j'observai que dans l'espace de trois lieues que je fis ensuite jusqu'à cette chute d'eau, quoiqu'il faille quelquefois monter, il faut encore plus descendre; et c'est à quoi ces voyageurs paroissent n'avoir pas fait assez d'attention. Comme on ne peut approcher la cascade que de côté, ni la voir que de profil, il n'est pas aisé d'en mesurer la hauteur avec les instrumens : on a voulu le faire avec une longe corde attachée à une longue perche; et après avoir souvent réitéré cette manière, on n'a trouvé que 115 ou 120 pieds de profondeur : mais il n'est pas possible de s'assurer si la perche n'a pas été arrêtée par quelque rocher qui avançoit; car quoiqu'on l'eût toujours retirée mouillée aussi bien qu'un bout de la corde à quoi elle étoit attachée, cela ne prouve rien, puisque l'eau qui se précipite de la montagne rejaillit fort haut en écumant. Pour moi, après l'avoir considérée de tous les endroits d'où l'on peut l'examiner à son aise, j'estime qu'on ne sauroit lui donner moins de 140 ou 150 pieds.

« Quant à sa figure, elle est en fer-à-cheval, et elle a environ 400 pas de circonférence : mais, précisément dans son milieu, elle est partagée en deux par une île fort étroite et d'un demi-quart de lieue de long, qui y aboutit. Il est vrai que ces deux parties ne tardent pas à se rejoindre : celle qui étoit de mon côté, et qu'on ne voyoit que de profil, a plusieurs pointes qui avancent; mais celle que je découvrois en face me parut fort unie. Le baron de La Hontan y ajoute un torrent qui vient de l'ouest : il faut que dans la fonte des neiges les eaux sauvages viennent se décharger là par quelque ravine, etc. [2] ».

Il y a une autre cataracte à trois lieues d'Albanie, dans la province de la Nouvelle-York, qui a environ 50 pieds de hauteur perpendiculaire, et de cette chute d'eau il s'élève aussi un brouillard dans lequel on aperçoit un léger arc-en-ciel, qui change de place à mesure qu'on s'en éloigne ou qu'on s'en approche.

1. J'ai dit que la cataracte de la rivière de Niagara au Canada étoit la plus fameuse, et qu'elle tomboit de 156 pieds de hauteur perpendiculaire. J'ai depuis été informé qu'il se trouve en Europe une cataracte qui tombe de 300 pieds de hauteur; c'est celle de Terni, petite ville sur la route de Rome à Bologne. Elle est formée par la rivière de Velino, qui prend sa source dans les montagnes de l'Abruzze. Après avoir passé par Riète, ville frontière du royaume de Naples, elle se jette dans le lac de Luco, qui paroît entretenu par des sources abondantes; car elle en sort plus forte qu'elle n'y est entrée, et va jusqu'au pied de la montagne *del Marmore*, d'où elle se précipite par un saut perpendiculaire de 300 pieds; elle tombe comme dans un abîme, d'où elle s'échappe avec une espèce de fureur. La rapidité de sa chute brise ses eaux avec tant d'effort contre les rochers et sur le fond de cet abîme, qu'il s'en élève une vapeur humide, sur laquelle les rayons du soleil forment des arcs-en-ciel, qui sont très-variés; et lorsque le vent du midi souffle et rassemble ce brouillard contre la montagne, au lieu de plusieurs petits arcs-en-ciel, on n'en voit plus qu'un seul qui couronne toute la cascade. (*Add. Buff.*)

2. Tome III, pages 332 et suivantes.

En général, dans tous les pays où le nombre d'hommes n'est pas assez considérable pour former des sociétés policées, les terrains sont plus irréguliers et le lit des fleuves plus étendu, moins égal, et rempli de cataractes. Il a fallu des siècles pour rendre le Rhône et la Loire navigables. C'est en contenant les eaux, en les dirigeant, et en nettoyant le fond des fleuves, qu'on leur donne un cours assuré; dans toutes les terres où il y a peu d'habitans, la nature est brute, et quelquefois difforme.

Il y a des fleuves qui se perdent dans les sables, d'autres qui semblent se précipiter dans les entrailles de la terre : le Guadalquivir en Espagne, la rivière de Gottemburg en Suède, et le Rhin même, se perdent dans la terre. On assure que dans la partie occidentale de l'île Saint-Domingue il y a une montagne d'une hauteur considérable, au pied de laquelle sont plusieurs cavernes où les rivières et les ruisseaux se précipitent avec tant de bruit, qu'on l'entend de sept ou huit lieues.

Au reste, le nombre de ces fleuves qui se perdent dans le sein de la terre est fort petit, et il n'y a pas d'apparence que ces eaux descendent bien bas dans l'intérieur du globe; il est plus vraisemblable qu'elles se perdent, comme celles du Rhin, en se divisant dans les sables : ce qui est fort ordinaire aux petites rivières qui arrosent les terrains secs et sablonneux; on en a plusieurs exemples en Afrique, en Perse, en Arabie, etc.

Les fleuves du Nord transportent dans les mers une prodigieuse quantité de glaçons qui, venant à s'accumuler, forment ces masses énormes de glace si funestes aux voyageurs. Un des endroits de la mer Glaciale où elles sont le plus abondantes, est le détroit de Waigats, qui est gelé en entier pendant la plus grande partie de l'année : ces glaces sont formées des glaçons que le fleuve Oby transporte presque continuellement; elles s'attachent le long des côtes, et s'élèvent à une hauteur considérable des deux côtés du détroit : le milieu du détroit est l'endroit qui gèle le dernier, et où la glace est le moins élevée; lorsque le vent cesse de venir du nord et qu'il souffle dans la direction du détroit, la glace commence à fondre et à se rompre dans le milieu; ensuite il s'en détache des côtes de grandes masses qui voyagent dans la haute mer. Le vent, qui pendant tout l'hiver vient du nord et passe sur les terres gelées de la Nouvelle-Zemble, rend le pays arrosé par l'Oby et toute la Sibérie si froids, qu'à Tobolsk même, qui est au 57e degré, il n'y a point d'arbres fruitiers, tandis qu'en Suède, à Stockholm, et même à de plus hautes latitudes, on a des arbres fruitiers et des légumes. Cette différence ne vient pas, comme on l'a cru, de ce que la mer de Laponie est moins froide que celle du détroit, ou de ce que la terre de la Nouvelle-Zemble l'est plus que celle de la Laponie, mais uniquement de ce que la mer Baltique et le golfe de Bothnie adoucissent un peu la rigueur des vents du nord, au lieu qu'en Sibérie il n'y a rien qui puisse tempérer l'activité du froid. Ce que je dis ici est fondé sur de bonnes observations; il ne fait jamais aussi froid sur les côtes de la mer que dans l'intérieur des terres : il y a des plantes qui passent l'hiver en plein air à Londres, et qu'on ne peut conserver à Paris; et la Sibérie, qui fait un vaste continent où la mer n'entre pas, est par cette raison plus froide que la Suède, qui est environnée de la mer presque de tous côtés.

Le pays du monde le plus froid est le Spitzberg : c'est une terre au 78e degré de latitude, toute formée de petites montagnes aiguës; ces montagnes sont composées de gravier et de certaines pierres plates semblables à de petites pierres d'ardoise grise, entassées les unes sur les autres. Ces collines se forment, disent les voyageurs, de ces petites pierres et de ces graviers que les vents amoncèlent; elles croissent à vue d'œil, et les matelots en découvrent tous les ans de nouvelles : on ne trouve dans ce pays que des rennes, qui paissent une petite herbe fort courte et de la mousse. Au dessus de ces petites montagnes, et à plus d'une lieue de la mer, on a trouvé un mât qui avoit une poulie attachée à un de ses bouts; ce qui a fait penser que la mer passoit autrefois sur ces montagnes, et que ce pays est formé nouvellement : il est inhabité et inhabitable; le terrain qui forme ces petites montagnes n'a aucune liaison, et il en sort une vapeur si froide et si pénétrante, qu'on est gelé pour peu qu'on y demeure.

Les vaisseaux qui vont au Spitzberg pour la pêche de la baleine, y arrivent au mois de juillet, et en partent vers le 15 d'août; les glaces empêcheroient d'entrer dans cette mer avant ce temps, et d'en sortir après : on y trouve des morceaux prodigieux de glaces épaisses de 60, 70, et 80 brasses. Il y a des endroits où il semble que la mer soit glacée jusqu'au fond : ces glaces qui sont si élevées au dessus du niveau de la

mer, sont claires et luisantes comme du verre.

Il y a aussi beaucoup de glaces dans les mers du nord de l'Amérique, comme dans la baie de l'Ascension, dans les détroits de Hudson, de Cumberland, de Davis, de Forbisher, etc. Robert Lade nous assure que les montagnes de Frisland sont entièrement couvertes de neige, et toutes les côtes de glace, comme d'un boulevart qui ne permet pas d'en approcher : « Il est, dit-il, fort remarquable que dans cette mer on trouve des îles de glace de plus d'une demi-lieue de tour, extrêmement élevées, et qui ont 70 ou 80 brasses de profondeur dans la mer : cette glace, qui est douce, est peut-être formée dans les détroits des terres voisines, etc. Ces îles ou montagnes de glace sont si mobiles, que dans des temps orageux elles suivent la course d'un vaisseau, comme si elles étoient entraînées dans un même sillon : il y en a de si grosses, que leur superfice au dessus de l'eau surpasse l'extrémité des mâts des plus gros navires, etc.[1] »

On trouve dans le recueil des voyages qui ont servi à l'établissement de la compagnie des Indes de Hollande, un petit journal historique au sujet des glaces de la Nouvelle-Zemble, dont voici l'extrait : « Au cap de Troost le temps fut si embrumé, qu'il fallut amarrer le vaisseau à un banc de glace qui avoit 36 brasses de profondeur dans l'eau, et environ 16 brasses au dessus, si bien qu'il avoit 52 brasses d'épaisseur...

« Le 10 d'août, les glaces s'étant séparées, les glaçons commencèrent à flotter, et alors on remarqua que le gros banc de glace auquel le vaisseau avoit été amarré, touchoit au fond, parce que tous les autres passoient au long et le heurtoient sans l'ébranler ; on craignit donc de demeurer pris dans les glaces, et on tâcha de sortir de ce parage, quoique en passant on trouvât déjà l'eau prise, le vaisseau faisant craquer la glace bien loin autour de lui : enfin on aborda un autre banc, où l'on porta vite l'ancre de touée, et l'on s'y amarra jusqu'au soir.

« Après le repas, pendant le premier quart, les glaces commencèrent à se rompre avec un bruit si terrible, qu'il n'est pas possible de l'exprimer. Le vaisseau avoit le cap au courant qui charrioit les glaçons, si bien qu'il fallut filer du câble pour se retirer ; on compta plus de 400 gros bancs de glace, qui enfonçoient de 10 brasses dans l'eau, et paroissoient de la hauteur de 2 brasses au dessus.

« Ensuite on amarra le vaisseau à un autre banc qui enfonçoit de 6 grandes brasses et l'on y mouilla en croupière. Dès qu'on y fut établi, on vit encore un autre banc peu éloigné de cet endroit-là, dont le haut s'élevoit en pointe, tout de même que la pointe d'un clocher, et il touchoit le fond de la mer ; on s'avança vers ce banc, et l'on trouva qu'il avoit 20 brasses de haut dans l'eau, et à peu près 12 brasses au dessus.

« Le 11 août on nagea encore vers un autre banc qui avoit 18 brasses de profondeur, et 10 brasses au dessus de l'eau...

« Le 21, les Hollandois entrèrent assez avant dans le port des glaces, et y demeurèrent à l'ancre pendant la nuit : le lendemain matin ils se retirèrent et allèrent amarrer leur bâtiment à un banc de glace sur lequel ils montèrent et dont ils admirèrent la figure comme une chose très-singulière ; ce banc étoit couvert de terre sur le haut, et on y trouva près de quarante œufs ; la couleur n'en étoit pas non plus comme celle de la glace, elle étoit d'un bleu céleste. Ceux qui étoient là raisonnèrent beaucoup sur cet objet ; les uns disoient que c'étoit un effet de la glace, et les autres soutenoient que c'étoit une terre gelée. Quoi qu'il en fût, ce banc étoit extrêmement haut, il avoit environ 18 brasses sous l'eau et 10 brasses au dessus[2]. »

Wafer rapporte que près de la Terre-de-Feu il a rencontré plusieurs glaces flottantes très-élevées, qu'il prit d'abord pour des îles. Qnelques-unes, dit-il, paroissent avoir une lieue ou deux de long, et la plus grosse de toutes lui parut avoir 4 ou 500 pieds de haut.

Toutes ces glaces, comme je l'ai dit dans l'article VI, viennent des fleuves qui les transportent dans la mer ; celles de la mer de la Nouvelle-Zemble et du détroit de Waigats viennent de l'Oby, et peut-être du Jénisca et des autres grands fleuves de la Sibérie et de la Tartarie ; celles du détroit d'Hudson viennent de la baie de l'Ascension, où tombent plusieurs fleuves du nord de l'Amérique ; celles de la Terre-de-Feu viennent du continent austral ; et s'il y en a moins sur les côtes de la Laponie septentrionale que sur celles de la Sibérie et au détroit de Waigats, quoique la Laponie septentrionale soit plus près du pôle, c'est

1. Voyez la traduction des *Voyages de Lade*, par M. l'abbé Prévost, tome II, pages 305 et suivantes.

2. *Troisième Voyage des Hollandois par le Nord*, tome I, pages 46 et suivantes.

que toutes les rivières de la Laponie tombent dans le golfe de Bothnie, et qu'aucune ne va dans la mer du Nord. Elles peuvent aussi se former dans les détroits où les marées s'élèvent beaucoup plus haut qu'en pleine mer, et où par conséquent les glaçons qui sont à la surface peuvent s'amonceler et former ces bancs de glaces qui ont quelques brasses de hauteur : mais pour celles qui ont 4 ou 500 pieds de hauteur, il me paroît qu'elles ne peuvent se former ailleurs que contre des côtes élevées, et j'imagine que, dans le temps de la fonte des neiges qui couvrent le dessus de ces côtes, il en découle des eaux qui, tombant sur des glaces, se glacent elles-mêmes de nouveau, et augmentent ainsi le volume des premières jusqu'à cette hauteur de 4 ou 500 pieds; qu'ensuite dans une été plus chaud, par l'action des vents et par l'agitation de la mer, et peut-être même par leur propre poids, ces glaces collées contre les côtes se détachent et voyagent ensuite dans la mer au gré du vent, et qu'elles peuvent arriver jusque dans les climats tempérés avant que d'être entièrement fondues.

ARTICLE XI.

Des mers et des lacs.

L'Océan environne de tous côtés les continens; il pénètre en plusieurs endroits dans l'intérieur des terres, tantôt par des ouvertures assez larges, tantôt par de petits détroits; il forme des mers méditerranees, dont les unes participent immédiatement à ses mouvemens de flux et de reflux, et dont les autres semblent n'avoir rien de commun que la continuité des eaux : nous allons suivre l'Océan dans tous ses contours, et faire en même temps l'énumération de toutes les mers méditerranées; nous tâcherons de les distinguer de celles qu'on doit appeler golfes, et aussi de celles qu'on devroit regarder comme des lacs.

La mer qui baigne les côtes occidentales de la France fait un golfe entre les terres de l'Espagne et celles de la Bretagne : ce golfe, que les navigateurs appellent *le golfe de Biscaye*, est fort ouvert, et la pointe de ce golfe la plus avancée dans les terres est entre Baionne et Saint-Sébastien; une autre partie du golfe, qui est aussi fort avancée, c'est celle qui baigne les côtes du pays d'Aunis à La Rochelle et à Rochefort. Ce golfe commence au cap d'Ortegal et finit à Brest, où commence un détroit entre la pointe de la Bretagne et le cap Lézard : ce détroit, qui d'abord est assez large, fait un petit golfe dans le terrain de la Normandie, dont la pointe la plus avancée dans les terres est à Avranches; le détroit continue sur une assez grande largeur jusqu'au Pas-de-Calais, où il est fort étroit; ensuite il s'élargit tout à coup fort considérablement, et finit entre le Texel et la côte d'Angleterre à Norwich; au Texel il forme une petite mer méditerranée qu'on appelle *Zuyderzée*, et plusieurs autres grandes lagunes, dont les eaux ont peu de profondeur, aussi bien que celles de Zuyderzée.

Après cela l'Océan forme un grand golfe qu'on appelle la mer d'Allemagne; et ce golfe, pris dans toute son étendue, commence à la pointe septentrionale de l'Ecosse, en descendant tout le long des côtes orientales de l'Écosse et de l'Angleterre jusqu'à Norwich, de là au Texel tout le long des côtes de Hollande et d'Allemagne, de Jutland et de la Norwége jusqu'au dessus de Bergen : on pourroit même prendre ce grand golfe pour une mer méditerranée, parce que les îles Orcades ferment en partie son ouverture et semblent être dirigées comme si elles étoient une continuation des montagnes de Norwége. Ce grand golfe forme un large détroit qui commence à la pointe méridionale de la Norwége et qui continue sur une grande largeur jusqu'à l'île de Zélande, où il se rétrécit tout à coup et forme, entre les côtes de la Suède, les îles du Danemarck et de Jutland, quatre petits détroits, après quoi il s'élargit comme un petit golfe, dont la pointe la plus avancée est à Lubeck; de là il continue sur une assez grande largeur jusqu'à l'extrémité méridionale de la Suède; ensuite il s'élargit toujours de plus en plus, et forme la mer Baltique, qui est une mer méditerranée qui s'étend du midi au nord dans une étendue de près de 300 lieues, en y comprenant le golfe de Bothnie, qui n'est en effet que la continuation de la mer Baltique. Cette mer a de plus deux autres golfes : celui de Livonie, dont la pointe la plus avancée dans les terres est auprès de Mittau et de Riga; et celui de Finlande, qui est un bras de la mer Baltique, qui s'étend entre la Livonie et la Finlande jusqu'à Pétersbourg, et communique au lac Ladoga, et même au lac Onega, qui communique par le fleuve Onega à la mer Blanche. Toute cette étendue d'eau qui forme la mer Baltique, le golfe de Bothnie, celui de Finlande et celui de Livonie, doit être regardée comme un grand lac qui est entretenu p'r

les eaux des fleuves qu'il reçoit en très-grand nombre, comme l'Oder, la Vistule, le Niemen, le Droine en Allemagne et en Pologne, plusieurs autres rivières en Livonie et en Finlande, d'autres plus grandes encore qui viennent des terres de la Laponie, comme le fleuve de Tornéa, les rivières Calis, Lula, Pitha, Uma, et plusieurs autres encore qui viennent de la Suède : ces fleuves, qui sont assez considérables, sont au nombre de plus de quarante, y compris les rivières qu'ils reçoivent ; ce qui ne peut manquer de produire une très-grande quantité d'eau, qui est probablement plus que suffisante pour entretenir la mer Baltique. D'ailleurs, cette mer n'a aucun mouvement de flux et de reflux, quoiqu'elle soit étroite : elle est aussi fort peu salée ; et si l'on considère le gisement des terres et le nombre des lacs et des marais de la Finlande et de la Suède, qui sont presque contigus à cette mer, on sera très-porté à la regarder, non pas comme une mer, mais comme un grand lac formé dans l'intérieur des terres par l'abondance des eaux, qui ont forcé les passages auprès du Danemarck pour s'écouler dans l'Océan, comme elles y coulent en effet, au rapport de tous les navigateurs.

Au sortir du grand golfe qui forme la mer d'Allemagne et qui finit au dessus de Bergen, l'Océan suit les côtes de la Norwége, de la Laponie suédoise, de la Laponie septentrionale et de la Laponie moscovite, à la partie orientale de laquelle il forme un assez large détroit qui aboutit à une mer méditerranée, qu'on appelle la mer Blanche. Cette mer peut encore être regardée comme un grand lac ; car elle reçoit douze ou treize rivières toutes assez considérables, et qui sont plus que suffisantes pour l'entretenir, et elle n'est que peu salée. D'ailleurs, il ne s'en faut presque rien qu'elle n'ait communication avec la mer Baltique en plusieurs endroits : elle en a même une effective avec le golfe de Finlande, car en remontant le fleuve Onega on arrive au lac du même nom ; de ce lac Onega il y a deux rivières de communication avec le lac Ladoga ; ce dernier lac communique par un large bras avec le golfe de Finlande, et il y a dans la Laponie suédoise plusieurs endroits dont les eaux coulent presque indifféremment les unes vers la mer Blanche, les autres vers le golfe de Bothnie, et les autres vers celui de Finlande ; et tout ce pays étant rempli de lacs et de marais, il semble que la mer Baltique et la mer Blanche soient les réceptacles de toutes ces eaux, qui se déchargent ensuite dans la mer Glaciale et dans la mer d'Allemagne.

En sortant de la mer Blanche, et en côtoyant l'île de Candenos et les côtes septentrionales de la Russie, on trouve que l'Océan fait un petit bras dans les terres à l'embouchure du fleuve Petzora ; ce petit bras, qui a environ quarante lieues de longueur sur huit ou dix de largeur, est plutôt un amas d'eau formé par le fleuve qu'un golfe de la mer, et l'eau y est aussi fort peu salée. Là, les terres font un cap avancé et terminé par les petites îles Maurice et d'Orange ; et entre ces terres et celles qui avoisinent le détroit de Waigats au midi, il y a un petit golfe d'environ trente lieues dans sa plus grande profondeur au dedans des terres ; ce golfe appartient immédiatement à l'Océan et n'est pas formé des eaux de la terre. On trouve ensuite le détroit de Waigats, qui est à très-peu près sous le 70e degré de latitude nord ; ce détroit n'a pas plus de huit ou dix lieues de longueur, et communique à une mer qui baigne les côtes septentrionales de la Sibérie : comme ce détroit est fermé par les glaces pendant la plus grande partie de l'année, il est assez difficile d'arriver dans la mer qui est au delà. Le passage de ce détroit a été tenté inutilement par un grand nombre de navigateurs ; et ceux qui l'ont passé heureusement ne nous ont pas laissé de cartes exactes de cette mer, qu'ils ont appelée *mer Tranquille :* il paroît seulement par les cartes les plus récentes et par le dernier globe de Senex fait en 1739 ou 1740, que cette mer Tranquille pourroit bien être entièrement méditerranée et ne pas communiquer avec la grande mer de Tartarie : car elle paroît renfermée et bornée au midi par les terres des Samoïèdes, qui sont aujourd'hui bien connues ; et ces terres qui la bornent au midi s'étendent depuis le détroit de Waigats jusqu'à l'embouchure du fleuve Jénisca ; au levant elle est bornée par la terre de Jelmorland, au couchant par celle de la Nouvelle-Zemble ; et quoiqu'on ne connoisse pas l'étendue de cette mer méditerranée du côté du nord et du nord-est, comme on y connoît des terres non interrompues, il est très-probable que cette mer Tranquille est une mer méditerranée, une espèce de cul-de-sac fort difficile à aborder, et qui ne mène à rien. Ce qui le prouve, c'est qu'en partant du détroit de Waigats on a côtoyé la Nouvelle-Zemble dans la mer Glaciale tout le long de ses côtes occidentales et septentrionales jusqu'au cap Désiré ; qu'après ce cap on a suivi les

côtes à l'est de la Nouvelle-Zemble jusqu'à un petit golfe qui est environ à 75 degrés, où les Hollandois passèrent un hiver mortel en 1596; qu'au delà de ce petit golfe on a découvert la terre de Jelmorland en 1664, laquelle n'est éloignée que de quelques lieues des terres de la Nouvelle-Zemble; en sorte que le seul petit endroit qui n'ait pas été reconnu est auprès du petit golfe dont nous venons de parler, et cet endroit n'a peut-être pas trente lieues de longueur : de sorte que si la mer Tranquille communique à l'Océan, il faut que ce soit à l'endroit de ce petit golfe, qui est le seul par où cette mer méditerranée peut se joindre à la grande mer, et comme ce petit golfe est à 75 degrés nord, et que, quand même la communication existeroit, il faudroit toujours s'élever de cinq degrés vers le nord pour gagner la grande mer, il est clair que si l'on veut tenter la route du nord pour aller à la Chine, il vaut beaucoup mieux passer au nord de la Nouvelle-Zemble à 77 ou 78 degrés, où d'ailleurs la mer est plus libre et moins glacée, que de tenter encore le chemin du détroit glacé de Waigats, avec l'incertitude de ne pouvoir sortir de cette mer méditerranée.

En suivant donc l'Océan tout le long des côtes de la Nouvelle-Zemble et du Jelmorland, on a reconnu ces terres jusqu'à l'embouchure du Chotanga, qui est environ au 73e degré; après quoi l'on trouve un espace d'environ 200 lieues, dont les côtes ne sont pas encore connues : on a su seulement par le rapport des Moscovites qui ont voyagé par terre dans ces climats, que les terres ne sont point interrompues, et leurs cartes y marquent des fleuves et des peuples qu'ils ont appelés *Populi Patati*. Cet intervalle de côtes encore inconnues est depuis l'embouchure du Chotanga jusqu'à celle du Kanvoina au 66e degré de latitude : là, l'Océan fait un golfe dont le point le plus avancé dans les terres est à l'embouchure du Len, qui est un fleuve très considérable; ce golfe est formé par les eaux de l'Océan; il est fort ouvert et il appartient à la mer de Tartarie; on l'appelle *le golfe Linchidolin*, et les Moscovites y pêchent la baleine.

De l'embouchure du fleuve Len, on peut suivre les côtes septentrionales de la Tartarie dans un espace de plus de 500 lieues vers l'orient, jusqu'à une grande péninsule ou terre avancée où habitent les peuples Schelates; cette pointe est l'extrémité la plus septentrionale de la Tartarie la plus orientale, et elle est située sous le 72e degré environ de latitude nord. Dans cette longueur de plus de 500 lieues, l'Océan ne fait aucune irruption dans les terres, aucun golfe, aucun bras; il forme seulement un coude considérable à l'endroit de la naissance de cette péninsule des peuples Schelates, à l'embouchure du fleuve Korvinea : cette pointe de terre fait aussi l'extrémité orientale de la côte septentrionale du continent de l'ancien monde, dont l'extrémité occidentale est au cap Nord en Laponie, en sorte que l'ancien continent a environ 1700 lieues de côtes septentrionales, en y comprenant les sinuosités des golfes, en comptant depuis le cap Nord de Laponie jusqu'à la pointe de la terre des Schelates, et il y a environ 1100 lieues en naviguant sous le même parallèle.

Suivons maintenant les côtes orientales de l'ancien continent, en commençant à cette pointe de la terre des peuples Schelates, et en descendant vers l'équateur : l'Océan fait d'abord un coude entre la terre des peuples Schelates et celle des peuples Tschurtschi, qui avance considérablement dans la mer; au midi de cette terre, il forme un petit golfe fort ouvert, qu'on appelle *le golfe Suctoikret*, et ensuite un autre plus petit golfe, qui avance même comme un bras à 40 ou 50 lieues dans la terre de Kamtschatka; après quoi l'Océan entre dans les terres par un large détroit rempli de plusieurs petites îles, entre la pointe méridionale de la terre de Kamtschatka et la pointe septentrionale de la terre d'Yeço, et il forme une grande mer méditerranée dont il est bon que nous suivions toutes les parties. La première est la mer de Kamtschatka, dans laquelle se trouve une île très-considérable qu'on appelle *l'île Amuor;* cette mer de Kamtschatka pousse un bras dans les terres au nord-est : mais ce petit bras et la mer de Kamtschatka elle-même pourroient bien être, au moins en partie, formés par l'eau des fleuves qui y arrivent, tant des terres de Kamtschatka, que de celles de la Tartarie. Quoi qu'il en soit, cette mer de Kamtschatka communique par un très-large détroit avec la mer de Corée, qui fait la seconde partie de cette mer méditerranée, et toute cette mer, qui a plus de 600 lieues de longueur, est bornée à l'occident et au nord par les terres de Corée et de Tartarie, à l'orient et au midi par celles de Kamtschatka, d'Yeço et du Japon, sans qu'il y ait d'autre communication avec l'Océan que celle du détroit dont nous avons parlé, entre Kamtschatka et Yeço : car on n'est pas assuré si celui que quelques cartes ont marqué entre le Japon et la terre

d'Yeço, existe réellement; et quand même ce détroit existeroit, la mer de Kamtschatka et celle de Corée ne laisseroient pas d'être toujours regardées comme formant ensemble une grande mer méditerranée, séparée de l'Océan de tous côtés, et qui ne doit pas être prise pour un golfe, car elle ne communique pas directement avec le grand Océan par son détroit méridional qui est entre le Japon et la Corée; la mer de la Chine, à laquelle elle communique par ce détroit, est plutôt encore une mer méditerranée qu'un golfe de l'Océan.

Nous avons dit dans le discours précédent, que la mer avoit un mouvement constant d'orient en occident, et que par conséquent la grande mer Pacifique fait des efforts continuels contre les terres orientales. L'inspection attentive du globe confirmera les conséquences que nous avons tirées de cette observation; car si l'on examine le gisement des terres, à commencer de Kamtschatka jusqu'à la Nouvelle-Bretagne, découverte en 1700 par Dampier, et qui est à 4 ou 5 degrés de l'équateur, latitude sud, on sera très-porté à croire que l'Océan a rongé toutes les terres de ces climats dans une profondeur de 4 ou 500 lieues; que par conséquent les bornes orientales de l'ancien continent ont été reculées, et qu'il s'étendoit autrefois beaucoup plus vers l'orient: car on remarquera que la Nouvelle-Bretagne et Kamtschatka, qui sont les terres les plus avancées vers l'orient, sont sous le même méridien; on observera que toutes ces terres sont dirigées du nord au midi. Kamtschatka fait une pointe d'environ 160 lieues du nord au midi; et cette pointe, qui du côté de l'orient est baignée par la mer Pacifique, et de l'autre par la mer méditerranée dont nous venons de parler, est partagée dans cette direction du nord au midi par une chaîne de montagnes. Ensuite Yeço et le Japon forment une terre dont la direction est aussi du nord au midi dans une étendue de plus de 400 lieues entre la grande mer et celle de Corée, et les chaînes des montagnes d'Yeço et de cette partie du Japon ne peuvent pas manquer d'être dirigées du nord au midi, puisque ces terres, qui ont 400 lieues de longueur dans cette direction, n'en ont pas plus de 50, 60 ou 100 de largeur dans l'autre direction de l'est à l'ouest: ainsi Kamtschatka, Yeço et la partie orientale du Japon sont des terres qu'on doit regarder comme contiguës et dirigées du nord au sud; et suivant toujours la même direction, l'on trouve, après la pointe du cap Ava au Japon, l'île de Barneveldt et trois autres îles qui sont posées les unes au dessus des autres, exactement dans la direction du nord au sud, et qui occupent en tout un espace d'environ 100 lieues: on trouve ensuite dans la même direction trois autres îles appelées *les îles des Callanos*, qui sont encore toutes trois posées les unes au dessus des autres dans la même direction du nord au sud; après quoi on trouve les îles des Larrons, au nombre de quatorze ou quinze, qui sont toutes posées les unes au dessus des autres, dans la même direction du nord au sud, et qui occupent toutes ensemble, y compris les îles des Callanos, un espace de plus de 300 lieues de longueur dans cette direction du nord au sud, sur une largeur si petite, que dans l'endroit où elle est la plus grande, ces îles n'ont pas 7 à 8 lieues: il me paroît donc que Kamtschatka, Yeço, le Japon oriental, les îles Barneveldt, du Prince, des Callanos et des Larrons, ne sont que la même chaîne de montagnes et les restes de l'ancien pays que l'Océan a rongé et couvert peu à peu. Toutes ces contrées ne sont en effet que des montagnes, et ces îles des pointes de montagnes: les terrains moins élevés ont été submergés par l'Océan; et si ce qui est rapporté dans les *Lettres édifiantes* est vrai, et qu'en effet on ait découvert une quantité d'îles qu'on a appelées *les Nouvelles-Philippines*, et que leur position soit réellement telle qu'elle est donnée par le P. Gobien, on ne pourra guère douter que ces îles les plus orientales de ces Nouvelles-Philippines ne soient une continuation de la chaîne de montagnes qui forme les îles des Larrons; car ces îles orientales, au nombre de onze, sont toutes placées les unes au dessus des autres dans la même direction du nord au sud; elles occupent en longueur un espace de plus de 200 lieues, et la plus large n'a pas 7 ou 8 lieues de largeur dans la direction de l'est à l'ouest.

Mais si l'on trouve ces conjectures trop hasardées, et qu'on m'oppose les grands intervalles qui sont entre les îles voisines du cap Ava, du Japon, et celles des Callanos, et entre ces îles et celles des Larrons, et encore entre celles des Larrons et des Nouvelles-Philippines, dont en effet le premier est d'environ 160 lieues, le second de 50 ou 60, et le troisième de près de 120, je répondrai que les chaînes des montagnes s'étendent souvent beaucoup plus loin sous les eaux de la mer, et que ces intervalles sont petits en comparaison de l'étendue de terre que présentent ces montagnes dans cette direction, qui est de plus de 1100 lieues, en les pre-

nant depuis l'intérieur de la presqu'île de Kamtschatka. Enfin, si l'on se refuse totalement à cette idée que je viens de proposer au sujet de 500 lieues que l'Océan doit avoir gagnées sur les côtes orientales du continent, et de cette suite de montagnes que je fais passer par les îles des Larrons, on ne pourra pas s'empêcher de m'accorder au moins que Kamtschatka, Yeço, le Japon, les îles Bongo, Tanaxima, celle de Lequeo-grande, l'île des Rois, celle de Formose, celle de Vaif, de Bashe, de Babuyanes, la grande île de Luçon, les autres Philippines, Mindanao, Gilolo, etc., et enfin la Nouvelle-Guinée, qui s'étend jusqu'à la Nouvelle-Bretagne, située sous le même méridien que Kamtschatka, ne fassent une continuité de terre de plus de 2200 lieues, qui n'est interrompue que par de petits intervalles dont le plus grand n'a peut-être pas 20 lieues; en sorte que l'Océan forme, dans l'intérieur des terres du continent oriental, un très-grand golfe qui commence à Kamtschatka, et finit à la Nouvelle-Bretagne; que ce golfe est semé d'îles; qu'il est figuré comme le seroit tout autre enfoncement que les eaux pourroient faire à la longue en agissant continuellement contre des rivages et des côtes, et que par conséquent on peut conjecturer avec quelque vraisemblance, que l'Océan, par son mouvement constant d'orient en occident, a gagné peu à peu cette étendue sur le continent oriental, et qu'il a de plus formé les mers méditerranées de Kamtschatka, de Corée, de la Chine et peut-être tout l'archipel des Indes: car la terre et la mer y sont mêlées de façon qu'il paroît évidemment que c'est un pays inondé, duquel on ne voit plus que les éminences et les terres élevées, et dont les terres plus basses sont cachées par les eaux : aussi cette mer n'est-elle pas profonde comme les autres, et les îles innombrables qu'on y trouve ne sont presque toutes que des montagnes.

* La mer de Sud, qui, comme l'on sait, a beaucoup plus d'étendue en largeur que la mer Atlantique, paroît être bornée par deux chaînes de montagnes qui se correspondent jusqu'au delà de l'équateur : la première de ces chaînes est celle des montagnes de Californie, du Nouveau-Mexique, de l'isthme de Panama et des Cordilières du Pérou, du Chili, etc.; l'autre est la chaîne des montagnes qui s'étend depuis le Kamtschatka, et passe par Yeço, par le Japon, et s'étend jusqu'aux îles des Larrons, et même aux Nouvelles-Philippines. La direction de ces chaînes de montagnes, qui paroissent être les anciennes limites de la mer Pacifique, est précisément du nord au sud; en sorte que l'ancien continent étoit borné à l'orient par l'une de ces chaînes, et le nouveau continent par l'autre. Leur séparation s'est faite dans le temps où les eaux arrivant du pôle austral, ont commencé à couler entre ces deux chaînes de montagnes qui semblent se réunir, ou du moins se rapprocher de très-près vers les contrées septentrionales; et ce n'est pas le seul indice qui nous démontre l'ancienne réunion des deux continens vers le nord. D'ailleurs cette continuité des deux continens entre Kamtschatka et les terres les plus occidentales de l'Amérique, paroît maintenant prouvée par les nouvelles découvertes des navigateurs qui ont trouvé sous ce même parallèle une grande quantité d'îles voisines les unes des autres : en sorte qu'il ne reste que peu ou point d'espaces de mer entre cette partie orientale de l'Asie et la partie occidentale de l'Amérique sous le cercle polaire. (*Add. Buff.*)

Si l'on examine maintenant toutes ces mers en particulier, à commencer du détroit de la mer de Corée vers celle de la Chine, où nous en étions demeurés, on trouvera que cette mer de la Chine forme dans sa partie septentrionale un golfe fort profond, qui commence à l'île Fungma, et se termine à la frontière de la province de Pékin, à une distance d'environ 45 ou 50 lieues de cette capitale de l'empire chinois; ce golfe, dans sa partie la plus intérieure et la plus étroite, s'appelle le *golfe de Changi;* il est très-probable que ce golfe de Changi et une partie de cette mer de la Chine ont été formés par l'Océan, qui a inondé tout le plat pays de ce continent, dont il ne reste que les terres les plus élevées, qui sont les îles dont nous avons parlé; dans cette partie méridionale sont les golfes de Tunquin et de Siam, auprès duquel est la presqu'île de Malaie, formée par une longue chaîne de montagnes, dont la direction est du nord au sud, et les îles Andamans, qui sont une autre chaîne de montagnes dans la même direction, et qui ne paroissent être qu'une suite des montagnes de Sumatra.

L'Océan fait ensuite un grand golfe qu'on appelle *le golfe de Bengale*, dans lequel on peut remarquer que les terres de la presqu'île de l'Inde font une courbe concave vers l'orient, à peu près comme le grand golfe du continent oriental; ce qui semble aussi avoir été produit par le même mouvement de l'Océan d'orient en occident : c'est

dans cette presqu'île que sont les montagnes de Gates, qui ont une direction du nord au sud jusqu'au cap de Comorin, et il semble que l'île de Ceylan en ait été séparée et qu'elle ait fait autrefois partie de ce continent. Les Maldives ne sont qu'une autre chaîne de montagnes, dont la direction est encore la même, c'est-à-dire du nord au sud : après cela est la mer d'Arabie, qui est un très-grand golfe, duquel partent quatre bras qui s'étendent dans les terres, les deux plus grands du côté de l'occident, et les deux plus petits du côté de l'orient. Le premier de ces bras du côté de l'orient est le petit golfe de Cambaie, qui n'a guère que 50 ou 60 lieues de profondeur, et qui reçoit deux rivières assez considérables ; savoir, le fleuve Tapti et la rivière de Baroche, que Pietro della Valle appelle *le Mehi*. Le second bras vers l'orient est cet endroit fameux par la vitesse et la hauteur des marées, qui y sont plus grandes qu'en aucun lieu du monde, en sorte que ce bras, ou petit golfe tout entier, n'est qu'une terre, tantôt couverte par le flux, et tantôt découverte par le reflux, qui s'étend à plus de 50 lieues : il tombe dans cet endroit plusieurs grands fleuves, tels que l'Indus, le Padar, etc., qui ont amené une grande quantité de terre et de limon à leurs embouchures ; ce qui a peu à peu élevé le terrain du golfe, dont la pente est si douce, que la marée s'étend à une distance extrêmement grande. Le premier bras du golfe Arabique vers l'occident est le golfe Persique, qui a plus de 250 lieues d'étendue dans les terres, et le second est la mer Rouge, qui en a plus de 680 en comptant depuis l'île de Socotora. On doit regarder ces deux bras comme deux mers méditerranées, en les prenant au-delà des détroits d'Ormus et de Babelmandel ; et quoiqu'elles soient toutes deux sujettes à un grand flux et reflux, et qu'elles participent par conséquent aux mouvemens de l'Océan, c'est parce qu'elles ne sont pas éloignées de l'équateur, où le mouvement des marées est beaucoup plus grand que dans les autres climats, et que d'ailleurs elles sont toutes deux fort longues et fort étroites. Le mouvement des marées est beaucoup plus violent dans la mer Rouge que dans le golfe Persique, parce que la mer Rouge, qui est près de trois fois plus longue et presque aussi étroite que le golfe Persique, ne reçoit aucun fleuve dont le mouvement puisse s'opposer à celui du flux, au lieu que le golfe Persique en reçoit de très-considérables à son extrémité la plus avancée dans les terres. Il paroît ici assez visiblement que la mer Rouge a été formée par une irruption de l'Océan dans les terres ; car si on examine le gisement des terres au dessus et au dessous de l'ouverture qui lui sert de passage, on verra que ce passage n'est qu'une coupure, et que de l'un et de l'autre côté de ce passage les côtes suivent une direction droite et sur la même ligne, la côte d'Arabie depuis le cap Razalgat jusqu'au cap Fartaque étant dans la même direction que la côte d'Afrique depuis le cap de Guardafui jusqu'au cap de Sands.

A l'extrémité de la mer Rouge est cette fameuse langue de terre qu'on appelle *l'isthme de Suez*, qui fait une barrière aux eaux de la mer Rouge et empêche la communication des mers. On a vu dans le discours précédent les raisons qui peuvent faire croire que la mer Rouge est plus élevée que la Méditerranée, et que si l'on coupoit l'isthme de Suez, il pourroit s'ensuivre une inondation et une augmentation de la Méditerranée ; nous ajouterons à ce que nous avons dit, que quand même on ne voudroit pas convenir que la mer Rouge fût plus élevée que la Méditerranée, on ne pourra pas nier qu'il n'y ait aucun flux et reflux dans cette partie de la Méditerranée voisine des bouches du Nil, et qu'au contraire il y a dans la mer Rouge un flux et reflux très-considérable et qui élève les eaux de plusieurs pieds, ce qui seul suffiroit pour faire passer une grande quantité d'eau dans la Méditerranée, si l'isthme étoit rompu. D'ailleurs nous avons un exemple cité à ce sujet par Varenius, qui prouve que les mers ne sont pas également élevées dans toutes leurs parties ; voici ce qu'il en dit, page 100 de sa Géographie : « Oceanus Germanicus, qui « est Atlanci pars, inter Frisiam et Hollan- « diam se effundens, efficit sinum qui, etsi « parvus sit respectu celebrium sinuum « maris, tamen et ipse dicitur mare, aluit- « que Hollandiæ emporium celeberrimum, « Amstelodanum. Non procul inde abest « lacus Harlemensis, qui etiam mare Har- « lemense dicitur. Hujus altitudo non est « minor altitudine sinûs illius Belgici quem « diximus, et mittit rarum ad urbem Lei- « dam, ubi in varias fossas divaricatur. « Quoniam itaque nec lacus hic neque sinus « ille Hollandici maris inundant adjacentes « agros (de naturali constitutione loquor, « non ubi tempestatibus urgentur, propter « quas aggeres facti sunt), patet inde quòd « non sint altiores quàm agri Hollandiæ.

« At verò Oceanum Germanicum esse altio-« rem quàm terras hasce experti sunt Lei-« denses, cùm suscepissent fossam seu al-« veum ex urbe sua ad Oceani Germanici « littora prope Cattorum vicum perducere « (distantia est duorum milliarium), ut, « recepto per alveum hunc mari, possent « navigationem instituere in Oceanum Ger-« manicum, et hinc in varias terræ regiones. « Verùm enimverò, cùm magnam jam alvei « partem perfecissent, desistere coacti sunt, « quoniam tum demùm per observationem « cognitum est Oceani Germanici aquam « esse altiorem quàm agrum inter Leidam « et littus Oceani illius; unde locus ille, « ubi fodere desierunt, dicitur *Het malle* « *Gat.* Oceanus itaque Germanicus est ali-« quantùm altior quàm sinus ille Hollan-« dicus, etc. » Ainsi on peut croire que la mer Rouge est plus haute que la Méditerranée, comme la mer d'Allemagne est plus haute que la mer de Hollande. Quelques anciens auteurs, comme Hérodote et Diodore de Sicile, parlent d'un canal de communication du Nil et de la Méditerranée avec la mer Rouge, et en dernier lieu M. Delisle a donné une carte en 1704, dans laquelle il a marqué un bout de canal qui sort du bras le plus oriental du Nil, et qu'il juge devoir être une partie de celui qui faisoit autrefois cette communication du Nil avec la mer Rouge [1]. Dans la troisième partie du livre qui a pour titre : *Connoissance de l'ancien monde*, imprimé en 1707, on trouve le même sentiment, et il y est dit, d'après Diodore de Sicile, que ce fut Néco, roi d'Égypte, qui commença ce canal, que Darius, roi de Perse, le continua, et que Ptolémée II l'acheva et le conduisit jusqu'à la ville d'Arsinoé; qu'il le faisoit ouvrir et fermer selon qu'il en avoit besoin. Sans que je prétende vouloir nier ces faits, je suis obligé d'avouer qu'ils me paroissent douteux, et je ne sais pas si la violence et la hauteur des marées dans la mer Rouge ne se seroient pas nécessairement communiquées aux eaux de ce canal; il me semble qu'au moins il auroit fallu de grandes précautions pour contenir les eaux, éviter les inondations, et beaucoup de soin pour entretenir ce canal en bon état : aussi les historiens qui nous disent que ce canal a été entrepris et achevé, ne nous disent pas s'il a duré; et les vestiges qu'on prétend en reconnoître aujourd'hui, sont peut-être tout ce qui en a jamais été fait. On a donné à ce bras de l'Océan le nom de mer Rouge, parce qu'elle a en effet cette couleur dans tous les endroits où il se trouve des madrépores sur son fond : voici ce qui est rapporté dans l'*Histoire générale des Voyages*, tome I, pages 198 et 199 : « Avant que de quitter la mer Rouge, D. Jean examina quelles peuvent avoir été les raisons qui ont fait donner ce nom au golfe Arabique par les anciens, et si cette mer est en effet différente des autres par la couleur. Il observa que Pline rapporte plusieurs sentimens sur l'origine de ce nom : les uns le font venir d'un roi nommé Érythros, qui régna dans ces cantons, et dont le nom en grec signifie *rouge;* d'autres se sont imaginé que la réflexion du soleil produit une couleur rougeâtre sur la surface de l'eau; et d'autres, que l'eau du golfe a naturellement cette couleur. Les Portugais, qui avoient déjà fait plusieurs voyages à l'entrée des détroits, assuroient que toute la côte d'Arabie étant fort rouge, le sable et la poussière qui s'en détachoient, et que le vent poussoit dans la mer, teignoient les eaux de la même couleur.

« D. Jean, qui, pour vérifier ces opinions, ne cessa point jour et nuit, depuis son départ de Socotora, d'observer la nature de l'eau et les qualités des côtes jusqu'à Suez, assure que, loin d'être naturellement rouge, l'eau est de la couleur des autres mers, et que le sable ou la poussière n'ayant rien de rouge non plus, ne donnent point cette teinte à l'eau du golfe. La terre sur les deux côtés est généralement brune, et noire même en quelques endroits; dans d'autres lieux elle est blanche : ce n'est qu'au delà de Suaquen, c'est-à-dire sur des côtes où les Portugais n'avoient point encore pénétré, qu'il vit en effet trois montagnes rayées de rouge; encore étoient-elles d'un roc fort dur, et le pays voisin étoit de la couleur ordinaire.

« La vérité donc est que cette mer, depuis l'entrée jusqu'au fond du golfe, est partout de la même couleur; ce qu'il est facile de se démontrer à soi-même en puisant de l'eau à chaque lieu : mais il faut avouer aussi que dans quelques endroits elle paroît rouge par accident, et dans d'autres verte et blanche. Voici l'explication de ce phénomène : depuis Suaquen jusqu'à Kossir, c'est-à-dire pendant l'espace de 136 lieues, la mer est remplie de bancs et de rochers de corail : on leur donne ce nom, parce que leur forme et leur couleur les rendent si semblables au corail, qu'il faut une certaine habileté pour ne pas s'y tromper; ils croissent

1. Voyez les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1704.

comme des arbres, et leurs branches prennent la forme de celles du corail; on en distingue deux sortes, l'une blanche et l'autre fort rouge; ils sont couverts en plusieurs endroits d'une espèce de gomme ou de glu verte, et dans d'autres lieux, orange foncé. Or, l'eau de cette mer étant plus claire et plus transparente qu'aucune autre eau du monde, de sorte qu'à 20 brasses de profondeur l'œil pénètre jusqu'au fond, surtout depuis Suaquen jusqu'à l'extrémité du golfe, il arrive qu'elle paroît prendre la couleur des choses qu'elle couvre; par exemple, lorsque les rocs sont comme enduits de glu verte, l'eau qui passe par-dessus paroît d'un vert plus foncé que les rocs mêmes; et lorsque le fond est uniquement de sable, l'eau paroît blanche : de même, lorsque les rocs sont de corail, dans le sens que j'ai donné à ce terme, et que la glu qui les environne est rouge ou rougeâtre, l'eau se teint, ou plutôt semble se teindre en rouge. Ainsi, comme les rocs de cette couleur sont plus fréquens que les blancs et les verts, D. Jean conclut qu'on a dû donner au golfe Arabique le nom de mer Rouge plutôt que celui de mer Verte ou Blanche; il s'applaudit de cette découverte avec d'autant plus de raison, que la méthode par laquelle il s'en étoit assuré ne pouvoit lui laisser aucun doute. Il faisoit amarrer une flûte contre les rocs dans les lieux qui n'avoient point assez de profondeur pour permettre aux vaisseaux d'approcher, et souvent les matelots pouvoient exécuter ses ordres à leur aise, sans avoir la mer plus haut que l'estomac à plus d'une demi-lieue des rocs; la plus grande partie des pierres ou des cailloux qu'ils en tiroient dans les lieux où l'eau paroissoit rouge, avoient aussi cette couleur; dans l'eau qui paroissoit verte, les pierres étoient vertes; et si l'eau paroissoit blanche, le fond étoit d'un sable blanc, où l'on n'apercevoit point d'autre mélange. »

Depuis l'entrée de la mer Rouge au cap Guardafui jusqu'à la pointe de l'Afrique au cap de Bonne-Espérance, l'Océan a une direction assez égale, et il ne forme aucun golfe considérable dans l'intérieur des terres; il y a seulement une espèce d'enfoncement à la côte de Mélinde, qu'on pourroit regarder comme faisant partie d'un grand golfe, si l'île de Madagascar étoit réunie à la terre ferme. Il est vrai que cette île, quoique séparée par le large détroit de Mozambique, paroît avoir appartenu autrefois au continent : car il y a des sables fort hauts et d'une vaste étendue dans ce détroit, surtout du côté de Madagascar; ce qui reste de passage absolument libre dans ce détroit n'est pas fort considérable.

En remontant la côte occidentale de l'Afrique depuis le cap de Bonne-Espérance jusqu'au cap Négro, les terres sont droites et dans la même direction, et il semble que toute cette longue côte ne soit qu'une suite de montagnes; c'est au moins un pays élevé qui ne produit, dans une étendue de plus de 500 lieues, aucune riviere considérable, à l'exception d'une ou de deux dont on n'a reconnu que l'embouchure : mais au delà du cap Négro la côte fait une courbe dans les terres, qui, dans toute l'étendue de cette courbe, paroissent être un pays plus bas que le reste de l'Afrique, et qui est arrosé de plusieurs fleuves dont les plus grands sont le Coanza et le Zaïr; on compte depuis le cap Négro jusqu'au cap Gonsalvez vingt-quatre embouchures de rivières toutes considérables, et l'espace contenu entre ces deux caps est d'environ 420 lieues en suivant les côtes. On peut croire que l'Océan a un peu gagné sur ces terres basses de l'Afrique, non pas par son mouvement naturel d'orient en occident, qui est dans une direction contraire à celle qu'exigeroit l'effet dont il est question, mais seulement parce que ces terres étant plus basses que toutes les autres, il les aura surmontées et minées presque sans effort. Du cap Gonsalvez au cap des Trois-Pointes, l'Océan forme un golfe fort ouvert qui n'a rien de remarquable, sinon un cap fort avancé et situé à peu près dans le milieu de l'étendue des cotes qui forme ce golfe : on l'appelle *le cap Formosa*. Il y a aussi trois îles dans la partie la plus méridionale de ce golfe, qui sont les îles de Fernandpo, du Prince, et de Saint-Thomas; ces îles paroissent être la continuation d'une chaîne de montagnes située entre Rio del Rey et le fleuve Jamoer. Du cap des Trois-Pointes au cap Palmas, l'Océan rentre un peu dans les terres, et du cap Palmas au cap Tagrin, il n'y a rien de remarquable dans le gisement des terres; mais auprès du cap Tagrin, l'Océan fait un très-petit golfe dans les terres de Sierra-Leona, et plus haut un autre encore plus petit où sont les îles Bisagas. Ensuite on trouve le cap Vert, qui est fort avancé dans la mer, et dont il paroît que les îles du même nom ne sont que la continuation, ou, si l'on veut, celle du cap Blanc, qui est une terre élevée, encore plus considérable et plus avancée que celle du cap Vert. On trouve ensuite la côte montagneuse et sèche qui commence au cap

Blanc et finit au cap Bajador; les îles Canaries paroissent être une continuation de ces montagnes. Enfin entre les terres de Portugal et de l'Afrique, l'Océan fait un golfe fort ouvert, au milieu duquel est le fameux détroit de Gibraltar, par lequel l'Océan coule dans la Méditerranée avec une grande rapidité. Cette mer s'étend à près de 900 lieues dans l'intérieur des terres, et elle a plusieurs choses remarquables : premièrement elle ne participe pas d'une manière sensible au mouvement de flux et de reflux, et il n'y a que dans le golfe de Venise, où elle se rétrécit beaucoup, que ce mouvement se fait sentir; on prétend aussi s'être aperçu de quelque petit mouvement à Marseille et à la côte de Tripoli; en second lieu, elle contient de grandes îles, celles de Sicile, celles de Sardaigne, de Corse, de Chypre, de Majorque, etc., et l'une des plus grandes presqu'îles du monde, qui est l'Italie : elle a aussi un archipel, ou plutôt c'est de cet archipel de notre mer Méditerranée que les autres amas d'îles ont emprunté ce nom ; mais cet archipel de la Méditerranée me paroît appartenir plutôt à la mer Noire, et il semble que ce pays de la Grèce ait été en partie noyé par les eaux surabondantes de la mer Noire, qui coulent dans le mer de Marmara, et de là dans la mer Méditerranée.

Je sais bien que quelques gens ont prétendu qu'il y avoit dans le détroit de Gibraltar un double courant; l'un supérieur, qui portoit l'eau de l'Océan dans la Méditerranée; et l'autre inférieur, dont l'effet, disent-ils, est contraire; mais cette opinion est évidemment fausse et contraire aux lois de l'hydrostatique. On a dit de même que dans plusieurs autres endroits il y avoit de ces courans inférieurs, dont la direction étoit opposée à celle du courant supérieur, comme dans le Bosphore, dans le détroit du Sund, etc.; et Marsigli rapporte même des expériences qui ont été faites dans le Bosphore et qui prouvent ce fait; mais il y a grande apparence que les expériences ont été mal faites, puisque la chose est impossible et qu'elle répugne à toutes les notions que l'on a sur le mouvement des eaux. D'ailleurs Greaves, dans sa *Pyramidographie*, pages 101 et 102, prouve, par des expériences bien faites, qu'il n'y a dans le Bosphore aucun courant inférieur dont la direction soit opposée au courant supérieur. Ce qui a pu tromper Marsigli et les autres, c'est que dans le Bosphore, comme dans le détroit de Gibraltar et dans tous les fleuves qui coulent avec quelque rapidité, il y a un remous considérable le long des rivages, dont la direction est ordinairement différente, et quelquefois contraire à celle du courant principal des eaux.

* J'ai dit trop généralement et assuré trop positivement, qu'*il ne se trouvoit pas dans la mer des endroits où les eaux eussent un courant inférieur opposé et dans une direction contraire au mouvement du courant supérieur :* j'ai reçu depuis des informations qui semblent prouver que cet effet existe et peut même se démontrer dans certaines plages de la mer; les plus précises sont celles que M. Deslandes, habile navigateur, a eu la bonté de me communiquer par ses lettres des 6 décembre 1770 et 5 novembre 1773, dont voici l'extrait :

« Dans votre *Théorie de la terre*, art. XI, *Des mers et des lacs*, vous dites que quelques personnes ont prétendu qu'il y avoit, dans le détroit de Gibraltar, un double courant, supérieur et inférieur, dont l'effet est contraire; mais que ceux qui ont eu de pareilles opinions auront sans doute pris des remous qui se forment au rivage par la rapidité de l'eau, pour un courant véritable, et que c'est une hypothèse mal fondée. C'est d'après la lecture de ce passage que je me détermine à vous envoyer mes observations à ce sujet.

« Deux mois après mon départ de France, je pris connoissance de terre entre les caps Gonsalvez et de Sainte-Catherine; la force des courants, dont la direction est au nord-nord-ouest, suivant exactement le gisement des terres qui sont ainsi situées, m'obligea de mouiller. Les vents généraux, dans cette partie, sont du sud-sud-est, sud-sud-ouest, et sud-ouest : je fus deux mois et demi dans l'attente inutile de quelque changement, faisant presque tous les jours de vains efforts pour gagner du côté de Loango, où j'avois affaire. Pendant ce temps, j'ai observé que la mer descendoit dans la direction ci-dessus avec sa force, depuis une demie jusqu'à une lieue à l'heure, et qu'à de certaines profondeurs les courans remontoient en dessous avec au moins autant de vitesse qu'ils descendoient en dessus.

« Voici comme je me suis assuré de la hauteur de ces différens courans. Étant mouillé par huit brasses d'eau, la mer extrêmement claire, j'ai attaché un plomb de trente livres au bout d'une ligne; à environ deux brasses de ce plomb, j'ai mis une serviette liée à la ligne par un de ses coins, laissant tomber le plomb dans l'eau; aussi-

tôt que la serviette y entroit, elle prenoit la direction du premier courant : continuant à l'observer, je la faisois descendre ; d'abord que je m'apercevois que le courant n'agissoit plus, j'arrêtois ; pour lors elle flottoit indifféremment autour de la ligne. Il y avoit donc dans cet endroit interruption de cours. Ensuite, baissant ma serviette à un pied plus bas, elle prenoit une direction contraire à celle qu'elle avoit auparavant. Marquant la ligne à la surface de l'eau, il y avoit trois brasses de distance à la serviette, d'où j'ai conclu, après différens examens, que, sur les huit brasses d'eau, il y en avoit trois qui couroient sur le nord-nord-ouest, et cinq en sens contraire sur le sud-sud-est.

« Réitérant l'expérience le même jour, jusqu'à cinquante brasses, étant à la distance de six à sept lieues de terre, j'ai été surpris de trouver la colonne d'eau courant sur la mer, plus profonde à raison de la hauteur du fond ; sur cinquante brasses, j'en ai estimé de douze à quinze dans la première direction : ce phénomène n'a pas eu lieu pendant deux mois et demi que j'ai été sur cette côte, mais bien à peu près un mois en différens temps. Dans les interruptions, la marée descendoit en total dans le golfe de Guinée.

« Cette division des courans me fit naître l'idée d'une machine qui, coulée jusqu'au courant inférieur, présentant une grande surface, auroit entraîné mon navire contre les courans supérieurs ; j'en fis l'épreuve en petit sur un canot, et je parvins à faire équilibre entre l'effet de la marée supérieure joint à l'effet du vent sur le canot, et l'effet de la marée inférieure sur la machine. Les moyens me manquèrent pour faire de plus grandes tentatives. Voilà, monsieur, un fait évidemment vrai, et que tous les navigateurs qui ont été dans ces climats peuvent vous confirmer.

« Je pense que les vents sont pour beaucoup dans les causes générales de ces effets, ainsi que les fleuves qui se déchargent dans la mer le long de cette côte, charroyant une grande quantité de terre dans le golfe de Guinée. Enfin le fond de cette partie, qui oblige par sa pente la marée de rétrograder lorsque l'eau, étant parvenue à un certain niveau, se trouve pressée par la quantité nouvelle qui la charge sans cesse, pendant que les vents agissent en sens contraire sur la surface, la contraint en partie de conserver son cours ordinaire. Cela me paroît d'autant plus probable, que la mer entre de tous côtés dans ce golfe, et n'en sort que par des révolutions qui sont fort rares. La lune n'a aucune part apparente dans ceci, cela arrivant indifféremment dans tous ses quartiers.

« J'ai eu occasion de me convaincre de plus en plus que la seule pression de l'eau parvenue à son niveau, jointe à l'inclinaison nécessaire du fond, sont les seules et uniques causes qui produisent ce phénomène. J'ai éprouvé que ces courans n'ont lieu qu'à raison de la pente plus ou moins rapide du rivage, et j'ai tout lieu de croire qu'ils ne se font sentir qu'à douze ou quinze lieues au large, qui est l'éloignement le plus grand le long de la côte d'Angole, où l'on puisse se promettre avoir fond... Quoique sans moyen certain de pouvoir m'assurer que les courans du large n'éprouvent pas un pareil changement, voici la raison qui me semble l'assurer. Je prends pour exemple une de mes expériences faite par une hauteur de fond moyenne, telle que trente-cinq brasses d'eau : j'éprouvois jusqu'à la hauteur de cinq à six brasses le cours dirigé dans le nord-nord-ouest ; en faisant couler davantage comme de deux à trois brasses, ma ligne tendoit au ouest-nord-ouest ; ensuite trois ou quatre brasses de profondeur de plus me l'amenoient au ouest-sud-ouest, puis au sud-ouest, et au sud ; enfin, à vingt-cinq et vingt-six brasses, au sud-sud-est, et jusqu'au fond, au sud-est et à est-sud-est ; d'où j'ai tiré les conséquences suivantes, que je pouvois comparer l'Océan entre l'Afrique et l'Amérique à un grand fleuve dont le cours est presque continuellement dirigé dans le nord-ouest ; que, dans son cours, il transporte un sable ou limon qu'il dépose sur ses bords, lesquels se trouvant rehaussés, augmentent le volume d'eau, ou, ce qui est la même chose, élèvent son niveau, et l'obligent de rétrogader selon la pente du rivage. Mais il y a un premier effort qui le dirigeoit d'abord : il ne retourne donc pas directement ; mais, obéissant encore au premier mouvement, ou cédant avec peine à ce dernier obstacle, il doit nécessairement décrire une courbe plus ou moins allongée, jusqu'à ce qu'il rencontre ce courant du milieu avec lequel il peut se réunir en partie, ou qui lui sert de point d'appui pour suivre la direction contraire que lui impose le fond : comme il faut considérer la masse d'eau en mouvement continuel, le fond subira toujours les premiers changemens comme étant plus près de la cause et plus pressé, et il ira en sens contraire du courant supérieur ; pendant qu'à des hauteurs différentes il n'y sera

pas encore parvenu. Voilà, monsieur, quelles sont mes idées. Au reste, j'ai tiré parti plusieurs fois de ces courans inférieurs; et moyennant une machine que j'ai coulée à différentes profondeurs, selon la hauteur du fond où je me trouvois, j'ai remonté contre le courant supérieur. J'ai éprouvé que, dans un temps calme, avec une surface trois fois plus grande que la proue noyée du vaisseau, on peut faire d'un tiers à une demi-lieue par heure. Je me suis assuré de cela plusieurs fois, tant par ma hauteur en latitude que par les bateaux que je mouillois, dont je me trouvois fort éloigné dans une heure, et enfin par la distance des pointes le long de la terre.»

Ces observations de M. Deslandes me paroissent décisives, et j'y souscris avec plaisir; je ne puis même assez le remercier de nous avoir démontré que mes idées sur ce sujet n'étoient justes que pour le général, mais que, dans quelques circonstances, elles souffroient des exceptions. Cependant il n'en est pas moins certain que l'Océan s'est ouvert la porte du détroit de Gibraltar, et que par conséquent l'on ne peut douter que la mer Méditerranée n'ait en même temps pris une grande augmentation par l'irruption de l'Océan. J'ai appuyé cette opinion, non seulement sur le courant des eaux de l'Océan dans la Méditerranée, mais encore sur la nature du terrain et la correspondance des mêmes couches de terre des deux côtés du détroit, ce qui a été remarqué par plusieurs navigateurs instruits. « L'irruption qui a formé la Méditerranée est visible et évidente, ainsi que celle de la mer Noire par le détroit des Dardanelles, où le courant est toujours très-violent, et les angles saillans et rentrans des deux bords, très-marqués, ainsi que la ressemblance des couches de matières qui sont les mêmes des deux côtés [1]. »

Au reste, l'idée de M. Deslandes, qui considère la mer entre l'Afrique et l'Amérique comme un grand fleuve dont le cours est dirigé vers le nord-ouest, s'accorde parfaitement avec ce que j'ai établi sur le mouvement des eaux venant du pôle austral en plus grande quantité que du pôle boréal. (*Add. Buff.*)

Parcourons maintenant toutes les côtes du nouveau continent, et commençons par le point du cap Hold-with-hope, situé au 73e degré latitude nord : c'est la terre la plus septentrionale que l'on connoisse dans le Nouveau-Groenland; elle n'est éloignée du cap Nord de Laponie que d'environ 160 ou 180 lieues. De ce cap on peut suivre la côte du Groenland jusqu'au cercle polaire; là l'Océan forme un large détroit entre l'Islande et les terres du Groenland. On prétend que ce pays voisin de l'Islande n'est pas l'ancien Groenland que les Danois possédoient autrefois comme province dépendante de leur royaume; il y avoit dans cet ancien Groenland des peuples policés et chrétiens, des évêques, des églises, des villes considérables par leur commerce; les Danois y alloient aussi souvent et aussi aisément que les Espagnols pourraient aller aux Canaries; il existe encore, à ce qu'on assure, des titres et des ordonnances pour les affaires de ce pays, et tout cela n'est pas bien ancien : cependant, sans qu'on puisse deviner comment ni pourquoi, ce pays est absolument perdu, et l'on n'a trouvé dans le nouveau Groenland aucun indice de tout ce que nous venons de rapporter; les peuples y sont sauvages; il n'y a aucun vestige d'édifice, pas un mot de leur langue qui ressemble à la langue danoise, enfin rien qui puisse faire juger que c'est le même pays; il est même presque désert et bordé de glaces pendant la plus grande partie de l'année. Mais comme ces terres sont d'une très-vaste étendue, et que les côtes ont été très-peu fréquentées par les navigateurs modernes, ces navigateurs ont pu manquer le lieu où habitent les descendans de ces peuples policés; ou bien il se peut que les glaces étant devenues plus abondantes dans cette mer, elles empêchent aujourd'hui d'aborder en cet endroit : tout ce pays cependant, à en juger par les cartes, a été côtoyé et reconnu en entier; il forme une grande presqu'île à l'extrémité de laquelle sont les deux détroits de Forbisher et l'île de Frisland, où il fait un froid extrême, quoiqu'ils ne soient qu'à la hauteur des Orcades, c'est-à-dire à 60 degrés.

Entre la côte occidentale du Groenland et celle de la terre de Labrador, l'Océan fait un golfe et ensuite une grande mer méditerranée, la plus froide de toutes les mers, et dont les côtes ne sont pas encore bien reconnues. En suivant ce golfe droit au nord, on trouve le large détroit de Davis, qui conduit à la mer Christiane, terminée par la baie de Baffin, qui fait un cul-de-sac dont il paroît qu'on ne peut sortir que pour tomber dans un autre cul-de-sac, qui est la baie d'Hudson. Le détroit de Cumberland, qui peut, aussi bien que celui de Davis,

1. Fragment d'une lettre écrite à M. de Buffon en 1772.

conduire à la mer Christiane, est plus étroit et plus sujet à être glacé; celui d'Hudson, quoique beaucoup plus méridional, est aussi glacé pendant une partie de l'année; et on a remarqué dans ces détroits et dans ces mers méditerranées un mouvement de flux et reflux très-fort, tout au contraire de ce qui arrive dans les mers méditerranées de l'Europe, soit dans la Méditerranée, soit dans la mer Baltique, où il n'y a point de flux et de reflux; ce qui ne peut venir que de la différence du mouvement de la mer, qui, se faisant toujours d'orient en occident, occasionne de grandes marées dans les détroits qui sont opposés à cette direction de mouvement, c'est-à-dire dans les détroits dont les ouvertures sont tournées vers l'orient, au lieu que dans ceux de l'Europe qui présentent leur ouverture à l'occident, il n'y a aucun mouvement : l'Océan, par son mouvement général, entre dans les premiers et fuit les derniers, et c'est par cette même raison qu'il y a de violentes marées dans les mers de la Chine, de Corée, et de Kamtschatka.

En descendant du détroit d'Hudson vers la terre de Labrador, on voit une ouverture étroite, dans laquelle Davis, en 1586, remonta jusqu'à 30 lieues, et fit quelque petit commerce avec les habitans; mais personne, que je sache, n'a depuis tenté la découverte de ce bras de mer, et on ne connoît de la terre voisine que le pays des Eskimaux : le fort Pontchartrain est la seule habitation et la plus septentrionale de tout ce pays, qui n'est séparé de l'île de Terre-Neuve que par le petit détroit de Belle-Ile, qui n'est pas trop fréquenté; et comme la côte orientale de Terre-Neuve est dans la même direction que la côte de Labrador, on doit regarder l'île de Terre-Neuve comme une partie du continent, de même que l'île Royale paroît être une partie du continent de l'Acadie : le grand banc et les autres bancs sur lesquels on pêche la morue ne sont pas des hauts fonds, comme on pourroit le croire; ils sont à une profondeur considérable sous l'eau, et produisent dans cet endroit des courans très-violens. Entre le cap Breton et Terre-Neuve est un détroit assez large par lequel on entre dans une petite mer méditerranée qu'on appelle le golfe de Saint-Laurent : cette petite mer a un bras qui s'étend assez considérablement dans les terres, et qui semble n'être que l'embouchure du fleuve Saint-Laurent : le mouvement du flux et reflux est extrêmement sensible dans ce bras de mer; et à Québec même, qui est plus avancé dans les terres, les eaux s'élèvent de plusieurs pieds. Au sortir du golfe de Canada, et en suivant la côte de l'Acadie, on trouve un petit golfe qu'on appelle la baie de Boston, qui fait un petit enfoncement carré dans les terres. Mais avant que de suivre cette côte plus loin, il est bon d'observer que depuis l'île de Terre-Neuve jusqu'aux îles Antilles les plus avancées, comme la Barbade et Antigoa, et même jusqu'à celle de la Guiane, l'Océan fait un très-grand golfe qui a plus de 500 lieues d'enfoncement jusqu'à la Floride. Ce golfe du nouveau continent est semblable à celui de l'ancien continent dont nous avons parlé; et tout de même que dans le continent oriental, l'Océan, après avoir fait un golfe entre les terres de Kamtschatka et de la Nouvelle-Bretagne, forme ensuite une vaste mer méditerranée qui comprend la mer de Kamtschatka, celle de Corée, celle de la Chine, etc. : dans le nouveau continent l'Océan, après avoir fait un grand golfe entre les terres de Terre-Neuve et celles de la Guiane, forme une très-grande mer méditerranée qui s'étend depuis les Antilles jusqu'au Mexique : ce qui confirme ce que nous avons dit au sujet des effets du mouvement de l'Océan d'orient en occident; car il semble que l'Océan ait gagné tout autant de terrain sur les côtes orientales de l'Amérique qu'il en a gagné sur les côtes orientales de l'Asie, et ces deux grands golfes ou enfoncemens que l'Océan a formés dans ces deux continens, sont sous le même degré de latitude, et à peu près de la même étendue; ce qui fait des rapports ou des convenances singulieres, et qui paroissent venir de la même cause.

Si l'on examine la position des îles Antilles à commencer par celle de la Trinité, qui est la plus méridionale, on ne pourra guère douter que les îles de la Trinité, de Tabago, de la Grenade, les îles des Granadilles, celles de Saint-Vincent, de la Martinique, de Marie-Galande, de la Désirade, dAntigoa, de la Barbade, avec toutes les autres îles qui les accompagnent, ne fassent une chaîne de montagnes dont la direction est du sud au nord, comme celle de l'île de Terre-Neuve et de la terre des Eskimaux. Ensuite la direction de ces îles Antilles est de l'est à l'ouest en commençant à l'île de la Barbade, passant par Saint-Barthélemi, Porto-Rico, Saint-Domingue, et l'île de Cuba, à peu près comme les terres du cap Breton de l'Acadie, de la Nouvelle-Angleterre. Toutes ces îles sont si voisines les unes des autres, qu'on peut les regarder

comme une bande de terre non interrompue et comme les parties les plus élevées d'un terrain submergé : la plupart de ces îles ne sont en effet que des pointes de montagnes, et la mer qui est au-delà est une vraie mer méditerranée, où le mouvement du flux et reflux n'est guère plus sensible que dans notre mer Méditerranée, quoique les ouvertures qu'elles présentent à l'Océan soient directement opposées au mouvement des eaux d'orient en occident ; ce qui devroit contribuer à rendre ce mouvement sensible dans le golfe du Mexique : mais comme cette mer méditerranée est fort large, le mouvement du flux et reflux qui lui est communiqué par l'Océan, se répandant sur un aussi grand espace, perd une grande partie de sa vitesse et devient presque insensible à la côte de la Louisiane et dans plusieurs autres endroits.

L'ancien et le nouveau continent paroissent donc tous les deux avoir été rongés par l'Océan à la même hauteur et à la même profondeur dans les terres ; tous deux ont ensuite une vaste mer méditerranée et une grande quantité d'îles qui sont encore situées à peu près à la même hauteur : la seule différence est que l'ancien continent étant beaucoup plus large que le nouveau, il y a dans la partie occidentale de cet ancien continent une mer méditerranée occidentale qui ne peut pas se trouver dans le nouveau continent ; mais il paroît que tout ce qui est arrivé aux terres orientales de l'ancien monde est aussi arrivé de même aux terres orientales du nouveau monde, et que c'est à peu près dans leur milieu et à la même hauteur que s'est faite la plus grande destruction des terres, parce qu'en effet c'est dans ce milieu et près de l'équateur qu'est le plus grand mouvement de l'Océan.

Les côtes de la Guiane, comprises entre l'embouchure du fleuve Orenoque et celle de la rivière des Amazones n'offrent rien de remarquable ; mais cette rivière, la plus large de l'univers, forme une étendue d'eau considérable auprès de Coropa, avant que d'arriver à la mer par deux bouches différentes qui forment l'île de Caviana. De l'embouchure de la rivière des Amazones jusqu'au cap Saint-Roch, la côte va presque droit de l'ouest à l'est ; du cap Saint-Roch au cap Saint-Augustin, elle va du nord au sud ; et du cap Saint-Augustin à la baie de Tous-les-Saints, elle retourne vers l'ouest ; en sorte que cette partie du Brésil fait une avance considérable dans la mer, qui regarde directement une pareille avance de terre que fait l'Afrique en sens opposé. La baie de Tous-les-Saints est un petit bras de l'Océan qui a environ 50 lieues de profondeur dans les terres, et qui est fort fréquenté des navigateurs. De cette baie jusqu'au cap de Saint-Thomas, la côte va droit du nord au midi, et ensuite dans une direction sud-ouest jusqu'à l'embouchure du fleuve de la Plata, où la mer fait un petit bras qui remonte à près de 100 lieues dans les terres. De là à l'extrémité de l'Amérique, l'Océan paroît faire un grand golfe terminé par les terres voisines de la Terre-de-Feu, comme l'île Falkland, les terres du cap de l'Assomption, l'île Beauchêne, et les terres qui forment le détroit de La Roche, découvert en 1671 : on trouve au fond de ce golfe le détroit de Magellan, qui est le plus long de tous les détroits, et où le flux et reflux est extrêmement sensible ; au delà est celui de Le Maire, qui est plus court et plus commode, et enfin le cap Horn, qui est la pointe du continent de l'Amérique méridionale.

On doit remarquer au sujet de ces pointes formées par les continens qu'elles sont toutes posées de la même façon ; elles regardent toutes le midi, et la plupart sont coupées par des détroits qui vont de l'orient à l'occident : la première est celle de l'Amérique méridionale, qui regarde le midi ou le pôle austral, et qui est coupée par le détroit de Magellan ; la seconde est celle du Groenland, qui regarde aussi directement le midi, et qui est coupée de même de l'est à l'ouest par les détroits de Forbisher ; la troisième est celle de l'Afrique, qui regarde aussi le midi, et qui a au delà du cap de Bonne-Espérance des bancs et des hauts fonds qui paroissent en avoir été séparés ; la quatrième est la pointe de la presqu'île de l'Inde, qui est coupée par un détroit qui forme l'île de Ceylan, et qui regarde le midi, comme toutes les autres. Jusqu'ici nous ne voyons pas qu'on puisse donner la raison de cette singularité, et dire pourquoi les pointes de toutes les grandes presqu'îles sont toutes tournées vers le midi, et presque toutes coupées à leurs extrémités par des détroits.

En remontant de la Terre-de-Feu tout le long des côtes occidentales de l'Amérique méridionale, l'Océan rentre assez considérablement dans les terres, et cette côte semble suivre exactement la direction des hautes montagnes qui traversent du midi au nord toute l'Amérique méridionale depuis l'équateur jusqu'à la Terre-de-Feu. Près de l'équa-

teur, l'Océan fait un golfe assez considérable, qui commence au cap Saint-François, et s'étend jusqu'à Panama, où est le fameux isthme qui, comme celui de Suez, empêche la communication des deux mers, et sans lesquels il y aurc t une séparation entière de l'ancien et du nouveau continent en deux parties; de là il n'y a rien de remarquable jusqu'à la Californie, qui est une presqu'île fort longue, entre les terres de laquelle et celles du Nouveau-Mexique l'Océan fait un bras qu'on appelle la *mer Vermeille*, qui a plus de 200 lieues d'étendue en longueur. Enfin on a suivi les côtes occidentales de la Californie jusqu'au 43ᵉ degré; et à cette latitude, Drake, qui le premier a fait la découverte de la terre qui est au nord de la Californie, et qui l'a appelée *Nouvelle-Albion*, fut obligé, à cause de la rigueur du froid, de changer sa route, et de s'arrêter dans une petite baie qui porte son nom; de sorte qu'au delà du 43ᵉ ou du 44ᵉ degré, les mers de ces climats n'ont pas été reconnues, non plus que les terres de l'Amérique septentrionale, dont les derniers peuples qui sont connus, sont les Moozemlekis sous le 48ᵉ degré, et les Assiniboïls sous le 51ᵉ, et les premiers sont beaucoup plus reculés vers l'ouest que les seconds. Tout ce qui est au delà, soit terre, soit mer, dans une étendue de plus de mille lieues en longueur et d'autant en largeur, est inconnu, à moins que les Moscovites dans leurs dernières navigations n'aient, comme ils l'ont annoncé, reconnu une partie de ces climats en partant de Kamtschatka, qui est la terre la plus voisine du côté de l'Orient.

L'Océan environne donc toute la terre sans interruption de continuité, et on peut faire le tour du globe en passant à la pointe de l'Amérique méridionale; mais on ne sait pas encore si l'Océan environne de même la partie septentrionale du globe, et tous les navigateurs qui ont tenté d'aller d'Europe à la Chine par le nord-est ou par le nord-ouest, ont également échoué dans leurs entreprises.

Les lacs diffèrent des mers méditerranées en ce qu'ils ne tirent aucune eau de l'Océan, et qu'au contraire s'ils ont communication avec les mers, ils leur fournissent des eaux: ainsi la mer Noire, que quelques géographes ont regardée comme une suite de la mer Méditerranée, et par conséquent comme une appendice de l'Océan, n'est qu'un lac, parce qu'au lieu de tirer les eaux de la Méditerranée elle lui en fournit, et coule avec rapidité par le Bosphore dans le lac appelé *mer de Marmara*, et de là par le détroit des Dardanelles dans la mer de la Grèce. La mer Noire a environ deux cent cinquante lieues de longueur sur cent de largeur, et elle reçoit un grand nombre de fleuves, dont les plus considérables sont le Danube, le Niéper, le Don, le Bog, le Donjec, etc. Le Don, qui se réunit avec le Donjec, forme, avant que d'arriver à la mer Noire, un lac ou un marais fort considérable, qu'on appelle *le Palus Méotide*, dont l'étendue est de plus de cent lieues de longueur, sur vingt ou vingt-cinq de largeur. La mer de Marmara, qui est au dessous de la mer Noire, est un lac plus petit que le Palus Méotide, et il n'a qu'environ cinquante lieues de longueur sur huit ou neuf de largeur. Quelques anciens, et entre autres Diodore de Sicile, ont écrit que le Pont-Euxin, ou la mer Noire, n'étoit autrefois que comme une grande rivière ou un grand lac qui n'avoit aucune communication avec la mer de Grèce; mais que ce grand lac s'étant augmenté considérablement avec le temps par les eaux des fleuves qui y arrivent, il s'étoit enfin ouvert un passage, d'abord du côté des îles Cyanées, et ensuite du côté de l'Hellespont. Cette opinion me paroît assez vraisemblable, et même il est facile d'expliquer le fait; car en supposant que le fond de la mer Noire fût autrefois plus bas qu'il ne l'est aujourd'hui, on voit bien que les fleuves qui y arrivent auront élevé le fond de cette mer par le limon et les sables qu'ils entraînent, et que par conséquent il a pu arriver que la surface de cette mer se soit élevée assez pour que l'eau ait pu se faire une issue; et comme les fleuves continuent toujours à amener du sable et des terres, et qu'en même temps la quantité d'eau diminue dans les fleuves, à proportion que les montagnes dont ils tirent leurs sources s'abaissent, il peut arriver par une longue suite de siècles que le Bosphore se remplisse: mais comme ces effets dépendent de plusieurs causes, il n'est guère possible de donner sur cela quelque chose de plus que de simples conjectures. C'est sur ce témoignage des anciens que M. de Tournefort dit, dans son *Voyage du Levant*, que la mer Noire recevant les eaux d'une grande partie de l'Europe et de l'Asie, après avoir augmenté considérablement, s'ouvrit un chemin par le Bosphore, et ensuite forma la Méditerranée, ou l'augmenta si considérablement, que d'un lac qu'elle étoit autrefois, elle devint une grande mer, qui s'ouvrit ensuite elle-même un chemin par le détroit de Gibraltar, et que c'est probablement dans

ce temps que l'île Atlantide dont parle Platon a été submergée. Cette opinion ne peut se soutenir, dès qu'on est assuré que c'est l'Océan qui coule dans la Méditerranée, et non pas la Méditerranée dans l'Océan. D'ailleurs M. de Tournefort n'a pas combiné deux faits essentiels, et qu'il rapporte cependant tous deux : le premier, c'est que la mer Noire reçoit neuf ou dix fleuves, dont il n'y en a pas un qui ne lui fournisse plus d'eau que le Bosphore n'en laisse sortir; le second, c'est que la mer Méditerranée ne reçoit pas plus d'eau par les fleuves que la mer Noire; cependant elle est sept ou huit fois plus grande, et ce que le Bosphore lui fournit ne fait pas la dixième partie de ce qui tombe dans la mer Noire : comment veut-il que cette dixième partie de ce qui tombe dans une petite mer, ait formé non seulement une grande mer, mais encore ait si fort augmenté la quantité des eaux, qu'elles aient renversé les terres à l'endroit du détroit, pour aller ensuite submerger une île plus grande que l'Europe ? Il est aisé de voir que cet endroit de M. de Tournefort n'est pas assez réfléchi. La mer Méditerranée tire au contraire au moins dix fois plus d'eau de l'Océan qu'elle n'en tire de la mer Noire, parce que le Bosphore n'a que huit cents pas de largeur dans l'endroit le plus étroit, au lieu que le détroit de Gibraltar en a plus de cinq mille dans l'endroit le plus serré, et qu'en supposant les vitesses égales dans l'un et dans l'autre détroit, celui de Gibraltar a bien plus de profondeur.

M. de Tournefort, qui plaisante sur Polybe au sujet de l'opinion que le Bosphore se remplira, et qui la traite de fausse prédiction, n'a pas fait assez d'attention aux circonstances, pour prononcer comme il le fait sur l'impossibilité de cet événement. Cette mer, qui reçoit huit ou dix grands fleuves, dont la plupart entraînent beaucoup de terre, de sable, et de limon, ne se remplit-elle pas peu à peu ? les vents et le courant naturel des eaux vers le Bosphore ne doivent-ils pas y transporter une partie de ces terres amenées par ces fleuves ? Il est donc, au contraire, très-probable que par la succession des temps le Bosphore se trouvera rempli, lorsque les fleuves qui arrivent dans la mer Noire auront beaucoup diminué : or, tous les fleuves diminuent de jour en jour, parce que tous les jours les montagnes s'abaissent; les vapeurs qui s'arrêtent autour des montagnes étant les premières sources des rivières, leur grosseur et leur quantité d'eau dépend de la quantité de ces vapeurs, qui ne peut manquer de diminuer à mesure que les montagnes diminuent de hauteur.

Cette mer reçoit, à la vérité, plus d'eau par les fleuves que la Méditerranée, et voici ce qu'en dit le même auteur : « Tout le monde sait que les plus grandes eaux de l'Europe tombent dans la mer Noire par le moyen du Danube, dans lequel se dégorgent les rivières de Suabe, de Franconie, de Bavière, d'Autriche, de Hongrie, de Moravie, de Carinthie, de Croatie, de Bothnie, de Servie, de Transylvanie, de Valachie; celles de la Russie Noire et de la Podolie se rendent dans la même mer par le moyen du Niester; celles des parties méridionales et orientales de la Pologne, de la Moscovie septentrionale, et du pays des Cosaques, y entrent par le Niéper ou Borysthène; le Tanaïs et le Copa arrivent aussi dans la mer Noire par le Bosphore Cimmérien; les rivières de la Mingrélie, dont le Phase est la principale, se vident aussi dans la mer Noire, de même que le Casalmac, le Sangaris et les autres fleuves de l'Asie mineure qui ont leur cours vers le nord; néanmoins le Bosphore de Thrace n'est comparable à aucune de ces grandes rivières [1]. »

Tout cela prouve que l'évaporation suffit pour enlever une quantité d'eau très-considérable, et c'est à cause de cette grande évaporation qui se fait sur la Méditerranée, que l'eau de l'Océan coule continuellement pour y arriver par le détroit de Gibraltar. Il est assez difficile de juger de la quantité d'eau que reçoit une mer; il faudroit connoître la largeur, la profondeur, et la vitesse de tous les fleuves qui y arrivent, savoir de combien ils augmentent et diminuent dans les différentes saisons de l'année : et quand même tous ces faits seroient acquis, le plus important et le plus difficile reste encore, c'est de savoir combien cette mer perd par l'évaparation; car en la supposant même proportionnée aux surfaces, on voit bien que dans un climat chaud elle doit être plus considérable que dans un pays froid. D'ailleurs l'eau mêlée de sel et de bitume s'évapore plus lentement que l'eau douce; une mer agitée, plus promptement qu'une mer tranquille : la différence de profondeur y fait aussi quelque chose : en sorte qu'il entre tant d'élémens dans cette théorie de l'évaporation, qu'il n'est guère possible de faire sur cela des estimations qui soient exactes.

L'eau de la mer Noire paroît être moins

1. Voyez le *Voyage du Levant* de Tournefort, vol. II, page 123.

claire, et elle est beaucoup moins salée que celle de l'Océan. On ne trouve aucune île dans toute l'étendue de cette mer : les tempêtes y sont très-violentes et plus dangereuses que sur l'Océan, parce que toutes les eaux étant contenues dans un bassin qui n'a, pour ainsi dire, aucune issue, elles ont une espèce de mouvement de tourbillon, lorsqu'elles sont agitées, qui bat les vaisseaux de tous les côtés avec une violence insupportable [1].

Après la mer Noire, le plus grand lac de l'univers est la mer Caspienne, qui s'étend du midi au nord sur une longueur d'environ trois cents lieues, et qui n'a guère que cinquante lieues de largeur en prenant une mesure moyenne. Ce lac reçoit l'un des plus grands fleuves du monde, qui est le Wolga, et quelques autres rivières considérables, comme celles de Kur, de Faie, de Gempo; mais ce qu'il y a de singulier, c'est qu'elle n'en reçoit aucune dans toute cette longueur de trois cents lieues du côté de l'orient. Le pays qui l'avoisine de ce côté, est un désert de sable que personne n'avoit reconnu jusqu'à ces derniers temps ; le czar Pierre Ier y ayant envoyé des ingénieurs pour lever la carte de la mer Caspienne, il s'est trouvé que cette mer avoit une figure tout-à-fait différente que celle qu'on lui donnoit dans les cartes géographiques; on la représentoit ronde, elle est fort longue et assez étroite : on ne connoissoit donc point du tout les côtes orientales de cette mer, non plus que le pays voisin; on ignoroit jusqu'à l'existence du lac Aral, qui en est éloigné vers l'orient d'environ cent lieues ; ou si on connoissoit quelques unes des côtes de ce lac Aral, on croyoit que c'étoit une partie de la mer Caspienne : en sorte qu'avant les découvertes du czar, il y avoit dans ce climat un terrain de plus de trois cents lieues de longueur sur cent et cent cinquante de largeur, qui n'étoit pas encore connu. Le lac Aral est à peu près de figure oblongue, et peut avoir quatre-vingt-dix ou cent lieues dans sa plus grande longueur, sur cinquante ou soixante de largeur ; il reçoit deux fleuves très-considérables, qui sont le Sirderoias et l'Oxus, et les eaux de ce lac n'ont aucune issue, non plus que celles de la mer Caspienne : et de même que la mer Caspienne ne reçoit aucun fleuve du côté de l'orient, le lac Aral n'en reçoit aucun du côté de l'occident; ce qui doit faire présumer qu'autrefois ces deux lacs n'en formoient qu'un seul, et que les fleuves ayant diminué peu à peu et ayant amené une très-grande quantité de sable et de limon, tout le pays qui les sépare aura été formé de ces sables. Il y a quelques petites îles dans la mer Caspienne, et ses eaux sont beaucoup moins salées que celles de l'Océan. Les tempêtes y sont aussi fort dangereuses, et les grands bâtimens n'y sont pas d'usage pour la navigation, parce qu'elle est peu profonde et semée de bancs et d'écueils au dessous de la surface de l'eau. Voici ce qu'en dit Pietro della Valle : « Les plus grands vaisseaux que l'on voit sur la mer Caspienne, le long des côtes de la province de Mazande en Perse, où est bâtie la ville de Ferhabad, quoiqu'ils les appellent *navires*, me paroissent plus petits que nos tartanes ; ils sont fort hauts de bord, enfoncent peu dans l'eau, et ont le fond plat : ils donnent aussi cette forme à leurs vaisseaux, non seulement à cause que la mer Caspienne n'est pas profonde à la rade et sur les côtes, mais encore parce qu'elle est remplie de bancs de sable, et que les eaux sont basses en plusieurs endroits; tellement que si les vaisseaux n'étoient fabriqués de cette façon, on ne pourroit pas s'en servir sur cette mer. Certainement je m'étonnois, et avec quelque fondement, ce me semble, pourquoi ils ne pêchoient à Ferhabad que des saumons qui se trouvent à l'embouchure du fleuve, et de certains esturgeons très-mal conditionnés, de même que de plusieurs autres sortes de poissons qui se rendent à l'eau douce, et qui ne valent rien ; et comme j'en attribuois la cause à l'insuffisance qu'ils ont en l'art de naviguer et de pêcher, ou à la crainte qu'ils avoient de se perdre s'ils pêchoient en haute mer, parce que je sais d'ailleurs que les Persans ne sont pas d'habiles gens sur cet élément, et qu'ils n'entendent presque pas la navigation, le kan d'Esterabad, qui fait sa résidence sur le port de mer, et à qui par conséquent les raisons n'en sont pas inconnues par l'expérience qu'il en a, m'en débita une, savoir, que les eaux sont si basses à vingt et trente milles dans la mer, qu'il est impossible d'y jeter des filets qui aillent au fond, et d'y faire aucune pêche qui soit de la conséquence de celles de nos tartanes; de sorte que c'est par cette raison qu'ils donnent à leurs vaisseaux la forme que je vous ai marquée ci-dessus, et qu'ils ne les montent d'aucune pièce de canon, parce qu'il se trouve fort peu de corsaires et de pirates qui courent cette mer. ».

Struys, le P. Avril, et d'autres voyageurs ont prétendu qu'il y avoit dans le voisinage

1. Voyez *les Voyages de Chardin*, page 142.

de Kilan deux gouffres où les eaux de la mer Caspienne étoient englouties, pour se rendre ensuite par des canaux souterrains dans le golfe Persique. De Fer et d'autres géographes ont même marqué ces gouffres sur leurs cartes : cependant ces gouffres n'existent pas, les gens envoyés par le czar s'en sont assurés. Le fait des feuilles de saule qu'on voit en quantité sur le golfe Persique, et qu'on prétendoit venir de la mer Caspienne, parce qu'il n'y a pas de saules sur le golfe Persique, étant avancé par les mêmes auteurs, est apparemment aussi peu vrai que celui des prétendus gouffres; et Gemelli Carreri, aussi bien que les Moscovites, assure que ces gouffres sont absolument imaginaires. En effet, si l'on compare l'étendue de la mer Caspienne avec celle de la mer Noire, on trouvera que la première est de près d'un tiers plus petite que la seconde; que la mer Noire reçoit beaucoup plus d'eau que la mer Caspienne; que par conséquent l'évaporation suffit dans l'une et dans l'autre pour enlever toute l'eau qui arrive dans ces deux lacs, et qu'il n'est pas nécessaire d'imaginer des gouffres dans la mer Caspienne plutôt que dans la mer Noire[1].

1. A tout ce que j'ai dit pour prouver que la mer Caspienne n'est qu'un lac qui n'a point de communication avec l'Océan, et qui n'en a jamais fait partie, je puis ajouter une réponse que j'ai reçue de l'académie de Pétersbourg, à quelques questions que j'avois faites au sujet de cette mer.

« Augusto 1748, octobr. 5, etc. Cancellaria academiæ scientiarum mandavit ut Astrachanensis « gubernii cancellaria responderet ad sequentia : « 1° Sunt-ne vortices in mare Caspico necne ? « 2° Quæ genera piscium illud inhabitant ? quomodo « appellantur ? et an marini tantùm aut et fluviatiles ibidem reperiantur ? 3° Qualia genera conscharum, quæ species ostrearum et cancrorum « occurrunt ? 4° Quæ genera marinarum avium in « ipso mari aut circa illud versantur ? Ad quæ « Astrachanensis cancellaria die 13 Mart. 1749, se- « quentibus respondit :

« Ad 1, in mari Caspico vortices occurrunt nusquam : hinc est, quod nec in mappis marinis « exstant, nec ab ullo officialium rei navalis visi « esse perhibentur.

« Ad 2, pisces Caspium mare inhabitant; acipenseres, sturioli *Gmelin*, siluri, cyprini clavati, « bramæ, percæ. cyprini ventre acuto, (ignoti « alibi pisces), uncæ, salmones, qui, ut è mari « fluvios intrare, ita et in mare è fluviis remeare « solent.

« Ad 3, conchæ in littoribus maris obviæ quidem sunt, sed parvæ, candidæ, aut ex una parte « rubræ. Cancri ad littora observantur magnitudine fluviatilibus similes; ostreæ autem et capita « Medusæ visa sunt nusquam.

« Ad 4, aves marinæ quæ circa Caspium versantur, sunt anseres vulgares et rubri, pelicani, « cycni, anates rubræ et nigricantes aquilæ, corvi « aquatici, grues, plateæ, ardeæ albæ cinereæ et « nigricantes, ciconiæ albæ gruibus similes, ka- « rawaiki (ignotum avis nomen), larorum variæ « species, sturni nigri et lateribus albis instar picarum, phasiani, anseres parvi nigricantes, tudaki « (ignotum avis nomen) albo colore præditi. »

Ces faits, qui sont précis et authentiques, confirment pleinement ce que j'ai avancé, savoir, que la mer Caspienne n'a aucune communication souterraine avec l'Océan; et ils prouvent de plus qu'elle n'en a jamais fait partie, puisqu'on n'y trouve point d'huîtres ni d'autres coquillages de la mer, mais seulement les espèces de ceux qui sont dans les rivières. On ne doit donc regarder cette mer que comme un grand lac formé dans le milieu des terres par les eaux des fleuves, puisqu'on n'y trouve que les mêmes poissons et les mêmes coquillages qui habitent les fleuves, et point du tout ceux qui peuplent l'Océan ou la Méditerranée. (*Add. Buff.*).

Il y a des lacs qui sont comme des mares, qui ne reçoivent aucune rivière, et desquels il n'en sort aucune; il y en a d'autres qui reçoivent des fleuves et desquels il sort d'autres fleuves, et enfin d'autres qui seulement reçoivent des fleuves. La mer Caspienne et le lac Aral sont de cette dernière espèce; ils reçoivent les eaux de plusieurs fleuves, et les contiennent : la mer Morte reçoit de même le Jourdain, et il n'en sort aucun fleuve. Dans l'Asie mineure il y a un petit lac de la même espèce qui reçoit les eaux d'une rivière dont la source est auprès de Cogni, et qui n'a, comme les précédens, d'autre voie que l'évaporation pour rendre les eaux qu'il reçoit. Il y en a un beaucoup plus grand en Perse, sur lequel est située la ville de Marago; il est de figure ovale, et il a environ dix ou douze lieues de longueur sur six ou sept de largeur : il reçoit la rivière de Tauris, qui n'est pas considérable. Il y a aussi un pareil petit lac en Grèce, à douze ou quinze lieues de Lépante. Ce sont là les seuls lacs de cette espèce qu'on connoisse en Asie; en Europe il n'y en a pas un qui soit un peu considérable. En Afrique il y en a plusieurs, mais qui sont tous assez petits, comme le lac qui reçoit le fleuve Ghir, celui dans lequel tombe le fleuve Zez, celui qui reçoit la rivière de Touguedout, et celui auquel aboutit le fleuve Tafilet. Ces quatre lacs sont assez près les uns des autres, et ils sont situés vers les frontières de Barbarie, près des déserts de Zara. Il y en a un autre situé dans la contrée de Kovar, qui reçoit la rivière du pays de Berdoa. Dans l'Amérique septentrionale, où il y a plus de lacs qu'en aucun pays du monde, on n'en connoît pas un de cette espèce, à moins qu'on ne veuille regarder comme tels deux petits amas d'eaux formés par des ruisseaux, l'un auprès de Guatimapo, et l'autre à quelques

lieues de Réal-Nuevo, tous deux dans le Mexique : mais dans l'Amérique méridionale, au Pérou, il y a deux lacs consécutifs, dont l'un, qui est le lac Titicaca, est fort grand, qui reçoivent une rivière dont la source n'est pas éloignée de Cusco, et desquels il ne sort aucune autre rivière : il y en a un plus petit dans le Tucuman, qui reçoit la rivière Salta, et un autre un peu plus grand dans le même pays, qui reçoit la rivière de Sant-Iago, et encore trois ou quatre autres entre le Tucuman et le Chili.

Les lacs dont il ne sort aucun fleuve et qui n'en reçoivent aucun, sont en plus grand nombre que ceux dont je viens de parler : ces lacs ne sont que des espèces de mares où se rassemblent les eaux pluviales, ou bien ce sont des eaux souterraines qui sortent en forme de fontaines dans les lieux bas, où elles ne peuvent ensuite trouver d'écoulement. Les fleuves qui débordent, peuvent aussi laisser dans les terres des eaux stagnantes, qui se conservent aussi pendant long-temps, et qui ne se renouvellent que dans le temps des inondations. La mer, par de violentes agitations, a pu inonder quelquefois de certaines terres, et y former des lacs salés, comme celui de Harlem et plusieurs autres de la Hollande, auxquels il ne paroît pas qu'on puisse attribuer une autre origine; ou bien la mer en abandonnant par son mouvement naturel certaines terres, y aura laissé des eaux dans les lieux les plus bas, qui ont formé des lacs que l'eau des pluies entretient. Il y a en Europe plusieurs petits lacs de cette espèce, comme en Irlande, en Jutland, en Italie, dans le pays des Grisons, en Pologne, en Moscovie, en Finlande, en Grèce; mais tous ces lacs sont très-peu considérables. En Asie il y en a un près de l'Euphrate, dans le désert d'Irac, qui a plus de quinze lieues de longueur; un autre aussi en Perse, qui est à peu près de la même étendue que le premier, et sur lequel sont situées les villes de Kélat, de Tétuan, de Vastan et de Van; un autre petit dans le Korasan auprès de Ferrior; un autre petit dans la Tartarie indépendante, qu'on appelle *le lac Lévi;* deux autres dans la Tartarie moscovite; un autre à la Cochinchine, et enfin un à la Chine, qui est assez grand, et qui n'est pas fort éloigné de Nankin; ce lac cependant communique à la mer voisine par un canal de quelques lieues. En Afrique il y a un petit lac de cette espèce dans le royaume de Maroc; un autre près d'Alexandrie, qui paroît avoir été laissé par la mer; un autre assez considérable, formé par les eaux pluviales dans le désert d'Azarad, environ sous le 30e degré de latitude, ce lac a huit ou dix lieues de longueur; un autre encore plus grand, sur lequel est située la ville de Gaoga, sous le 27e degré; un autre, mais beaucoup plus petit, près de la ville de Kanum, sous le 30e degré; un près de l'embouchure de la rivière de Gambia; plusieurs autres dans le Congo à 2 ou 3 degrés de latitude sud; deux autres dans le pays des Cafres, l'un appelé le *lac Rufumbo,* qui est médiocre, et l'autre dans la province d'Arbuta, qui est peut-être le plus grand lac de cette espèce, ayant vingt-cinq lieues environ de longueur sur sept ou huit de largeur. Il y a aussi un de ces lacs à Madagascar près de la côte orientale, environ sous le 29e degré de latitude sud.

En Amérique, dans le milieu de la péninsule de la Floride, il y a un de ces lacs, au milieu duquel est une île appelée *Serrope.* Le lac de la ville de Mexico est aussi de cette espèce; et ce lac, qui est à peu près rond, a environ dix lieues de diamètre. Il y en a un autre encore plus grand dans la Nouvelle-Espagne, à vingt-cinq lieues de distance ou environ de la côte de la baie de Campêche, et un autre plus petit dans la même contrée près des côtes de la mer du Sud. Quelques voyageurs ont prétendu qu'il y avoit dans l'intérieur des terres de la Guiane un très-grand lac de cette espèce, ils l'ont appelé *le lac d'Or,* ou *le lac Parime;* ils ont raconté des merveilles de la richesse des pays voisins, et de l'abondance des paillettes d'or qu'on trouvoit dans l'eau de ce lac : ils donnent à ce lac une étendue de plus de quatre cents lieues de longueur, et de plus de cent vingt-cinq de largeur; il n'en sort, disent-ils, aucun fleuve, et il n'y en entre aucun. Quoique plusieurs géographes aient marqué ce grand lac sur leurs cartes, il n'est pas certain qu'il existe, et il l'est encore bien moins qu'il existe tel qu'ils nous le représentent.

Mais les lacs les plus ordinaires et les plus communément grands, sont ceux qui, après avoir reçu un autre fleuve, ou plusieurs petites rivières, donnent naissance à d'autres grands fleuves. Comme le nombre de ces lacs est fort grand, je ne parlerai que des plus considérables, ou de ceux qui auront quelque singularité. En commençant par l'Europe, nous avons en Suisse le lac de Genève, celui de Constance, etc. : en Hongrie celui de Balaton : en Livonie un lac qui est assez grand, et qui sépare les terres de

cette province de celles de la Moscovie : en Finlande le lac Lapwert, qui est fort long, et qui se divise en plusieurs bras ; le lac Oula, qui est de figure ronde : en Moscovie le lac Ladoga, qui a plus de vingt-cinq lieues de longueur sur plus de douze de largeur ; le lac Onega, qui est aussi long, mais moins large ; le lac Ilmen ; celui de Béloscro, d'où sort l'une des sources du Wolga ; l'Iwan-Oséro, duquel sort l'une des sources du Don ; deux autres lacs dont le Vitzogda tire son origine : en Laponie le lac dont sort le fleuve de Kimi ; un autre beaucoup plus grand, qui n'est pas éloigné de la côte de Wardhus ; plusieurs autres, desquels sortent les fleuves de Lula, de Pitha, d'Uma, qui tous ne sont pas fort considérables : en Norwége deux autres à peu près de même grandeur que ceux de Laponie : en Suède le lac Véner, qui est grand, aussi bien que le lac Méler, sur lequel est situé Stockholm ; deux autres lacs moins considérables, dont l'un est près d'Elvédal, et l'autre de Lincopin.

Dans la Sibérie et dans la Tartarie moscovite et indépendante, il y a un grand nombre de ces lacs, dont les principaux sont le grand lac Baraba, qui a plus de cent lieues de longueur, et dont les eaux tombent dans l'Irtis ; le grand lac Estraguel, à la source du même fleuve Irtis ; plusieurs autres moins grands, à la source du Jénisca ; le grand lac Kita, à la source de l'Oby ; un autre grand lac, à la source de l'Angara ; le lac Baïcal, qui a plus de soixante-dix lieues de longueur, et qui est formé par le même fleuve Angara ; le lac Péhu, d'où sort le fleuve Urack, etc. : à la Chine et dans la Tartarie chinoise, le lac Dalai, d'où sort la grosse rivière d'Argus, qui tombe dans le fleuve Amour ; le lac des Trois-Montagnes, d'où sort la rivière Hélum, qui tombe dans le même fleuve Amour ; les lacs de Cinhal, de Cokmor et de Sorama, desquels sortent les sources du fleuve Hoanho ; deux autres grands lacs voisins du fleuve de Nankin, etc. : dans le Tunquin le lac de Guadag, qui est considérable : dans l'Inde le lac Chiamat, d'où sort le fleuve Laquia, et qui est voisin des sources du fleuve Ava, du Longenu, etc. ; ce lac a plus de quarante lieues de largeur sur cinquante de longueur : un autre lac à l'origine du Gange ; un autre près de Cachemire, à l'une des sources du fleuve Indus, etc.

En Afrique on a le lac Cayar et deux ou trois autres qui sont voisins de l'embouchure du Sénégal ; le lac de Guarde et celui de Sigisme, qui tous deux ne font qu'un même lac de forme presque triangulaire, qui a plus de cent lieues de longueur sur soixante-quinze de largeur, et qui contient une île considérable : c'est dans ce lac que le Niger perd son nom ; et au sortir de ce lac qu'il traverse, on l'appelle *Sénégal*. Dans le cours du même fleuve, en remontant vers la source, on trouve un autre lac considérable qu'on appelle *le lac Bournou*, où le Niger quitte encore son nom, car la rivière qui y arrive s'appelle *Gambaru* ou *Gombarow*. En Éthiopie, aux sources du Nil, est le grand lac Gambia, qui a plus de cinquante lieues de longueur. Il y a aussi plusieurs lacs sur la côte de Guinée, qui paroissent avoir été formés par la mer ; et il n'y a que peu d'autres lacs d'une grandeur un peu considérable dans le reste de l'Afrique.

L'Amérique septentrionale est le pays des lacs : les plus grands sont le lac Supérieur, qui a plus de cent vingt-cinq lieues de longueur sur cinquante de largeur ; le lac Huron, qui a près de cent lieues de longueur sur environ quarante de largeur ; le lac des Illinois, qui, en y comprenant la baie des Puants, est tout aussi étendu que le lac Huron ; le lac Érié et le lac Ontario, qui ont tous deux plus de quatre-vingts lieues de longueur sur vingt ou vingt-cinq de largeur ; le lac Mistasin, au nord de Québec, qui a environ cinquante lieues de longueur ; le lac Champlain, au midi de Québec, qui est à peu près de la même étendue que le lac Mistasin ; le lac Alemipigon et le lac des Cristinaux, tous deux au nord du lac Supérieur, et qui sont aussi fort considérables ; le lac des Assiniboïls, qui contient plusieurs îles, et dont l'étendue en longueur est de plus de soixante-quinze lieues. Il y en a aussi deux de médiocre grandeur dans le Mexique, indépendamment de celui de Mexico : un autre beaucoup plus grand, appelé *le lac Nicaragua*, dans la province du même nom ; ce lac a plus de soixante ou soixante-dix lieues d'étendue en longueur.

Enfin dans l'Amérique méridionale il y en a un petit à la source du Maragnon ; un autre plus grand à la source de la rivière du Paraguay ; le lac Titicaca, dont les eaux tombent dans le fleuve de la Plata ; deux autres plus petits dont les eaux coulent aussi vers ce même fleuve, et quelques autres qui ne sont pas considérables dans l'intérieur des terres du Chili.

Tous les lacs dont les fleuves tirent leur origine, tous ceux qui se trouvent dans le

cours des fleuves ou qui en sont voisins et qui y versent leurs eaux, ne sont point salés : presque tous ceux, au contraire, qui reçoivent des fleuves, sans qu'il en sorte d'autres fleuves, sont salés; ce qui semble favoriser l'opinion que nous avons exposée au sujet de la salure de la mer, qui pourroit bien avoir pour cause les sels que les fleuves détachent des terres, et qu'ils transportent continuellement à la mer : car l'évaporation ne peut pas enlever les sels fixes, et par conséquent ceux que les fleuves portent dans la mer y restent; et quoique l'eau des fleuves paroisse douce, on sait que cette eau douce ne laisse pas de contenir une petite quantité de sel, et, par la succession des temps, la mer a dû acquérir un degré de salure considérable, qui doit toujours aller en augmentant. C'est ainsi, à ce que j'imagine, que la mer Noire, la mer Caspienne, le lac Aral, la mer Morte, etc., sont devenus salés; les fleuves qui se jettent dans ces lacs y ont amené successivement tous les sels qu'ils ont détachés des terres, et l'évaporation n'a pu les enlever. A l'égard des lacs qui sont comme des mares, qui ne reçoivent aucun fleuve, et desquels il n'en sort aucun, ils sont ou doux ou salés, suivant leur différente origine; ceux qui sont voisins de la mer sont ordinairement salés, et ceux qui en sont éloignés sont doux, et cela parce que les uns ont été formés par des inondations de la mer, et que les autres ne sont que des fontaines d'eau douce, qui, n'ayant pas d'écoulement, forment une grande étendue d'eau. On voit aux Indes plusieurs étangs et réservoirs faits par l'industrie des habitans, qui ont jusqu'à deux ou trois lieues de superficie, dont les bords sont revêtus d'une muraille de pierre; ces réservoirs se remplissent pendant la saison des pluies, et servent aux habitans pendant l'été, lorsque l'eau leur manque absolument, à cause du grand éloignement où ils sont des fleuves et des fontaines.

Les lacs qui ont quelque chose de particulier sont la mer Morte, dont les eaux contiennent beaucoup plus de bitume que de sel; ce bitume, qu'on appelle *bitume de Judée,* n'est autre chose que de l'asphalte, et aussi quelques auteurs ont appelé la mer Morte *lac Asphaltite.* Les terres aux environs du lac contiennent une grande quantité de ce bitume. Bien des gens se sont persuadé, au sujet de ce lac, des choses semblables à celles que les poëtes ont écrites du lac d'Averne, que le poisson ne pouvoit y vivre; que les oiseaux qui passoient par-dessus étoient suffoqués : mais ni l'un ni l'autre de ces lacs ne produit ces funestes effets, ils nourrissent tous deux du poisson, les oiseaux volent par-dessus, les hommes s'y baignent sans aucun danger.

Il y a, dit-on, en Bohême, dans la campagne de Boleslaw, un lac où il y a des trous d'une profondeur si grande, qu'on n'a pu le sonder, et il s'élève de ces trous des vents impétueux qui parcourent toute la Bohême, et qui pendant l'hiver élèvent souvent en l'air des morceaux de glace de plus de cent livres de pesanteur. On parle d'un lac en Islande qui pétrifie; le lac Néagh en Irlande a aussi la même propriété : mais ces pétrifications produites par l'eau de ces lacs ne sont sans doute autre chose que des incrustations comme celles que fait l'eau d'Arcueil.

Sur les parties septentrionales de la mer Atlantique.

* A la vue des îles et des golfes qui se multiplient ou s'agrandissent autour du Groenland, il est difficile, disent les navigateurs, de ne pas soupçonner que la mer ne refoule, pour ainsi dire, des pôles vers l'équateur : ce qui peut autoriser cette conjecture, c'est que le flux qui monte jusqu'à dix-huit pieds au cap des États, ne s'élève que de huit pieds à la baie de Disko, c'est-à-dire à dix degrés plus haut de latitude nord.

Cette observation des navigateurs, jointe à celle de l'article précédent, semble confirmer encore ce mouvement des mers depuis les régions australes aux septentrionales, où elles sont contraintes, par l'obstacle des terres, de refouler ou refluer vers les plages du midi.

Dans la baie de Hudson, les vaisseaux ont à se préserver des montagnes de glaces auxquelles des navigateurs ont donné quinze à dix-huit cents pieds d'épaisseur, et qui étant formées par un hiver permanent de cinq à six ans dans de petits golfes éternellement remplis de neige, en ont été détachées par les vents de nord-ouest ou par quelque cause extraordinaire.

Le vent du nord-ouest, qui règne presque continuellement durant l'hiver, et très-souvent en été, excite dans la baie même des tempêtes effroyables. Elles sont d'autant plus à craindre, que les bas-fonds y sont très-communs. Dans les contrées qui bordent cette baie, le soleil ne se lève, ne se couche jamais sans un grand cône de lumière : lorsque ce phénomène a disparu, l'aurore

boréale en prend la place. Le ciel y est rarement serein ; et, dans le printemps et dans l'automne, l'air est habituellement rempli de brouillards très-épais, et durant l'hiver, d'une infinité de petites flèches glaciales sensibles à l'œil. Quoique les chaleurs de l'été soient assez vives durant deux mois ou six semaines, le tonnerre et les éclairs sont rares.

La mer, le long des côtes de Norwége qui sont bordées par des rochers, a ordinairement depuis cent jusqu'à quatre cents brasses de profondeur, et les eaux sont moins salées que dans les climats plus chauds. La quantité de poissons huileux dont cette mer est remplie la rend grasse au point d'en être presque inflammable : le flux n'est point considérable, et la plus haute marée n'y est que de huit pieds.

On a fait, dans ces dernières années, quelques observations sur la température des terres et des eaux dans les climats les plus voisins du pôle boréal.

« Le froid commence dans le Groenland à la nouvelle année, et devient si perçant au mois de février et de mars, que les pierres se fendent en deux, et que la mer fume comme un four, surtout dans les baies. Cependant le froid n'est pas aussi sensible au milieu de ce brouillard épais que sous un ciel sans nuages : car, dès qu'on passe des terres à cette atmosphère de fumée qui couvre la surface et le bord des eaux, on sent un air plus doux et le froid moins vif, quoique les habits et les cheveux y soient bientôt hérissés de bruine et de glaçons. Mais aussi cette fumée cause plutôt des engelures qu'un froid sec; et, dès qu'elle passe de la mer dans une atmosphère plus froide, elle se change en une espèce de verglas, que le vent disperse dans l'horizon, et qui cause un froid si piquant, qu'on ne peut sortir au grand air sans risquer d'avoir les pieds et les mains gelés. C'est dans cette saison que l'on voit glacer l'eau sur le feu avant de bouillir : c'est alors que l'hiver pave un chemin de glace sur la mer, entre les îles voisines, et dans les baies et les détroits...

« La plus belle saison du Groenland est l'automne; mais sa durée est courte, et souvent interrompue par des nuits de gelées très-froides. C'est à peu près dans ces temps-là que, sous une atmosphère noircie de vapeurs, on voit les brouillards qui se gèlent quelquefois jusqu'au verglas, former sur la mer comme un tissu glacé de toiles d'araignées, et dans les campagnes charger l'air d'atomes luisans, ou le hérisser de glaçons pointus, semblables à de fines aiguilles.

« On a remarqué plus d'une fois que le temps et la saison prennent dans le Groenland une température opposée à celle qui règne dans toute l'Europe ; en sorte que si l'hiver est très-rigoureux dans les climats tempérés, il est doux au Groenland; et très-vif en cette partie du nord, quand il est le plus modéré dans nos contrées. A la fin de 1739, l'hiver fut si doux à la baie de Disko, que les oies passèrent, au mois de janvier suivant, de la zone tempérée dans la glaciale, pour y chercher un air plus chaud, et qu'en 1740 on ne vit point de glace à Disko jusqu'au mois de mars, tandis qu'en Europe, elle régna constamment depuis octobre jusqu'au mois de mai...

« De même l'hiver de 1763, qui fut extrêmement froid dans toute l'Europe, se fit si peu sentir au Groenland, qu'on y a vu quelquefois des étés moins doux. »

Les voyageurs nous assurent que, dans ces mers voisines du Groenland, il y a des montagnes de glaces flottantes très-hautes, et d'autres glaces flottantes comme des radeaux, qui ont plus de deux cents toises de longueur sur soixante ou quatre-vingts de largeur : mais ces glaces, qui forment des plaines immenses sur la mer, n'ont communément que neuf à douze pieds d'épaisseur : il paroît qu'elles se forment immédiatement sur la surface de la mer dans la saison la plus froide, au lieu que les autres glaces flottantes et très-élevées viennent de la terre, c'est-à-dire des environs des montagnes et des côtes, d'où elles ont été détachées et roulées dans la mer par les fleuves. Ces dernières glaces entraînent beaucoup de bois, qui sont ensuite jetés par la mer sur les côtes orientales du Groenland : il paroît que ces bois ne peuvent venir que de la terre de Labrador, et non pas de la Norwége, parce que les vents du nord-est, qui sont très-violens dans ces contrées, repousseroient ces bois, comme les courans, qui portent du sud au détroit de Davis et à la baie de Hudson, arrêteroient tout ce qui peut venir de l'Amérique aux côtes du Groenland.

La mer commence à charroyer des glaces au Spitzberg dans les mois d'avril et de mai; elles viennent au détroit de Davis en très-grande quantité, partie de la Nouvelle-Zemble, et la plupart le long de la côte orientale du Groenland, portées de l'est à l'ouest, suivant le mouvement général de la mer.

L'on trouve, dans le Voyage du capitaine Phipps, les indices et les faits suivans :

« Dès 1527, Robert Thorne, marchand

de Bristol, fit naître l'idée d'aller aux Indes orientales par le pôle boréal..... Cependant on ne voit pas qu'on ait formé aucune expédition pour les mers du cercle polaire avant 1607, lorsque Henri Hudson fut envoyé par plusieurs marchands de Londres à la découverte du passage à la Chine et au Japon par le pôle boréal..... Il pénétra jusqu'au 80° 23′, et il ne put aller plus loin...

« En 1609, sir Thomas Smith fut sur la côte méridionale du Spitzberg, et il apprit, par des gens qu'il avoit envoyés à terre, que les lacs et les mares d'eau n'étoient pas tous gelés (c'étoit le 26 mai), et que l'eau en étoit douce : il dit aussi qu'on arriveroit aussitôt au pôle de ce côté que par tout autre chemin qu'on pourroit trouver, parce que le soleil produit une grande chaleur dans ce climat, et parce que les glaces ne sont pas d'une grosseur aussi énorme que celles qu'il avoit vues vers le 73e degré. Plusieurs autres voyageurs ont tenté des voyages au pôle pour y découvrir ce passage, mais aucun n'a réussi... »

Le 5 juillet, M. Phipps vit des glaces en quantité vers le 79° 34″ de latitude; le temps étoit brumeux; et, le 6 juillet, il continua sa route jusqu'au 79° 59′ 39″, entre la terre du Spitzberg et les glaces : le 7, il continua de naviguer entre les glaces flottantes, en cherchant une ouverture au nord par où il auroit pu entrer dans une mer libre : mais la glace ne formoit qu'une seule masse au nord-nord-ouest, et au 80° 36′ la mer étoit entièrement glacée; en sorte que toutes les tentatives de M. Phipps pour trouver un passage ont été infructueuses.

« Pendant que nous essuyions, dit ce navigateur, une violente rafale le 12 septembre, le docteur Irving mesura la température de la mer dans cet état d'agitation, et il trouva qu'elle étoit beaucoup plus chaude que celle de l'atmosphère. Cette observation est d'autant plus intéressante, qu'elle est conforme à un passage des *Questions naturelles de Plutarque*, où il dit que la mer devient chaude lorsqu'elle est agitée par les flots...

« Ces rafales sont aussi ordinaires au printemps qu'en automne; il est donc probable que si nous avions mis à la voile plus tôt, nous aurions eu en allant le temps aussi mauvais qu'il l'a été à notre retour. » Et comme M. Phipps est parti d'Angleterre à la fin de mai, il croit qu'il a profité de la saison la plus favorable pour son expédition.

« Enfin, continue-t-il, si la navigation au pôle étoit praticable, il y avoit la plus grande probabilité de trouver, après le solstice, la mer ouverte au nord, parce qu'alors la chaleur des rayons du soleil a produit tout son effet, et qu'il reste d'ailleurs une assez grande portion d'été pour visiter les mers qui sont au nord et à l'ouest du Spitzberg. »

Je suis entièrement du même avis que cet habile navigateur, et je ne crois pas que l'expédition au pôle puisse se renouveler avec succès, ni qu'on arrive jamais au-delà du 82 ou 83e degré. On assure qu'un vaisseau du port de Whilby, vers la fin du mois d'avril 1774, a pénétré jusqu'au 80e degré sans trouver de glaces assez fortes pour gêner la navigation; on cite aussi un capitaine *Robinson*, dont le journal fait foi qu'en 1773 il a atteint le 81° 30′; et enfin on cite un vaisseau de guerre hollandois qui protégeoit les pêcheurs de cette nation, et qui s'est avancé, dit-on, il y a cinquante ans, jusqu'au 88e degré. Le docteur Campbell, ajoute-t-on, tenoit ce fait d'un certain docteur *Daillie*, qui étoit à bord du vaisseau, et qui professoit la médecine à Londres en 1745. C'est probablement le même navigateur que j'ai cité moi-même sous le nom de capitaine Mouton; mais je doute beaucoup de la réalité de ce fait, et je suis maintenant très-persuadé qu'on tenteroit vainement d'aller au-delà du 82 ou 83e degré, et que si le passage par le nord est possible, ce ne peut être qu'en prenant la route de la baie de Hudson.

Voici ce que dit à ce sujet le savant et ingénieux auteur de l'*Histoire des deux Indes* : « La baie de Hudson a été long-temps regardée et on la regarde encore comme la route la plus courte de l'Europe aux Indes orientales et aux contrées les plus riches de l'Asie.

« Ce fut Cabot qui le premier eut l'idée d'un passage par le nord-ouest à la mer du Sud. Ses succès se terminèrent à la découverte de l'île de Terre-Neuve. On vit entrer dans la carrière après lui un grand nombre de navigateurs anglois... Ces mémorables et hardies expéditions eurent plus d'éclat que d'utilité. La plus heureuse ne donna pas la moindre conjecture sur le but qu'on se proposoit... On croyoit enfin que c'étoit courir après des chimères, lorsque la découverte de la baie de Hudson ranima les espérances prêtes à s'éteindre.

« A cette époque une ardeur nouvelle fait recommencer les travaux, et enfin arrive la fameuse expédition de 1746, d'où l'on voit

sortir quelques clartés après des ténèbres profondes qui duroient depuis deux siècles. Sur quoi les derniers navigateurs fondent-ils de meilleures espérances ? D'après quelles expériences osent-ils former leurs conjectures ? C'est ce qui mérite une discussion.

« Trois vérités dans l'histoire de la nature doivent passer désormais pour démontrées. La première est que les marées viennent de l'Océan, et qu'elles entrent plus ou moins avant dans les autres mers, à proportion que ces divers canaux communiquent avec le grand réservoir par des ouvertures plus ou moins considérables : d'où il s'ensuit que ce mouvement périodique n'existe point ou ne se fait presque pas sentir dans la Méditerranée, dans la Baltique, et dans les autres golfes qui leur ressemblent. La seconde vérité de fait est que les marées arrivent plus tard et plus foibles dans les lieux éloignés de l'Océan, que dans les endroits qui le sont moins. La troisieme est que les vents violens qui soufflent avec la marée la font remonter au-delà de ses bornes ordinaires, et qu'ils la retardent en la diminuant, lorsqu'ils soufflent dans un sens contraire.

« D'après ces principes, il est constant que si la baie de Hudson étoit un golfe enclavé dans des terres, et qu'il ne fût ouvert qu'à la mer Atlantique, la marée y devroit être peu marquée, qu'elle devroit s'affoiblir en s'éloignant de sa source, et qu'elle devroit perdre de sa force lorsqu'elle auroit à lutter contre les vents. Or, il est prouvé, par des observations faites avec la plus grande intelligence, avec la plus grande précision, que la marée s'élève à une grande hauteur dans toute l'étendue de la baie ; il est prouvé qu'elle s'élève à une plus grande hauteur au fond de la baie que dans le détroit même ou au voisinage ; il est prouvé que cette hauteur augmente encore, lorsque les vents opposés au détroit se font sentir : il doit donc être prouvé que la baie de Hudson a d'autres communications avec l'Océan que celle qu'on a déjà trouvée.

« Ceux qui ont cherché à expliquer des faits si frappans en supposant une communication de la baie de Hudson avec celle de Baffin, avec le détroit de Davis, se sont manifestement égarés. Ils ne balanceroient pas à abandonner leur conjecture, qui n'a d'ailleurs aucun fondement, s'ils vouloient faire attention que la marée est beaucoup plus basse dans le détroit de Davis, dans la baie de Baffin, que dans celle de Hudson.

« Si les marées qui se font sentir dans le golfe dont il s'agit ne peuvent venir ni de l'océan Atlantique, ni d'aucune autre mer septentrionale, où elles sont toujours beaucoup plus foibles, on ne pourra s'empêcher de penser qu'elles doivent avoir leur source dans la mer du Sud. Ce système doit tirer un grand appui d'une vérité incontestable, c'est que les plus hautes marées qui se fassent remarquer sur ces côtes sont toujours causées par les vents du nord-ouest qui soufflent directement contre ce détroit.

« Après avoir constaté, autant que la nature le permet, l'existence d'un passage si long-temps et si inutilement désiré, il reste à déterminer dans quelle partie de la baie il doit se trouver. Tout invite à croire que le *welcome* à la côte occidentale doit fixer les efforts dirigés jusqu'ici de toutes parts sans choix et sans méthode. On y voit le fond de la mer à la profondeur de onze brasses : c'est un indice que l'eau y vient de quelque océan, parce qu'une semblable transparence est incompatible avec des décharges de rivières, de neiges fondues et de pluies. Des courans, dont on ne sauroit expliquer la violence qu'en les faisant partir de quelque mer occidentale, tiennent ce lieu débarrassé de glaces, tandis que le reste du golfe en est entièrement couvert. Enfin les baleines, qui cherchent constamment dans l'arrière-saison à se retirer dans des climats plus chauds, s'y trouvent en fort grand nombre à la fin de l'été ; ce qui paroît indiquer un chemin pour se rendre, non à l'ouest septentrional, mais à la mer du Sud.

« Il est raisonnable de conjecturer que le passage est court. Toutes les rivières qui se perdent dans la côte occidentale de la baie de Hudson sont foibles et petites ; ce qui paroît prouver qu'elles ne viennent pas de loin, et que par conséquent les terres qui séparent les deux mers ont peu d'étendue : cet argument est fortifié par la force et la régularité des marées. Partout où le flux et le reflux observent des temps à peu près égaux, avec la seule différence qui est occasionée par le retardement de la lune dans son retour au méridien, on est assuré de la proximité de l'Océan, d'où viennent ces marées. Si le passage est court, et qu'il ne soit pas avancé dans le nord, comme tout l'indique, on doit présumer qu'il n'est pas difficile ; la rapidité des courans qu'on observe dans ces parages, et qui ne permettent pas aux glaces de s'y ar-

rêter, ne peut que donner du poids à cette conjecture. »

Je crois, avec cet excellent écrivain, que s'il existe en effet un passage praticable, ce ne peut être que dans le fond de la baie de Hudson, et qu'on le tenteroit vainement par la baie de Baffin, dont le climat est trop froid, et dont les côtes sont glacées, surtout vers le nord : mais ce qui doit faire douter encore beaucoup de l'existence de ce passage par le fond de la baie de Hudson, ce sont les terres que Behring et Tschirikow ont découvertes, en 1741, sous la même latitude que la baie de Hudson; car ces terres semblent faire partie du grand continent de l'Amérique, qui paroît continu sous cette même latitude jusqu'au cercle polaire : ainsi ce ne seroit qu'au dessous du 55e degré que ce passage pourroit aboutir à la mer du Sud. (*Add. Buffon.*)

Sur les lacs salés de l'Asie.

* Dans la contrée des Tartares Ufiens, ainsi appelés parce qu'ils habitent les bords de la rivière Uf, il se trouve, dit M. Pallas, des lacs dont l'eau est aujourd'hui salée, et qui ne l'étoit pas autrefois. Il dit la même chose d'un lac près de Miacs, dont l'eau étoit ci-devant douce, et qui est actuellement salée.

L'un des lacs les plus fameux par la quantité de sel qu'on en tire, est celui qui se trouve vers les bords de la rivière Isel, et que l'on nomme *Soratschya*. Le sel en est en général amer : la médecine l'emploie comme un bon purgatif; deux onces de ce sel forment une dose très-forte. Vers Kurtenegsch, les bas-fonds se couvrent d'un sel amer, qui s'élève comme un tapis de neige à deux pouces de hauteur; le lac salé de Korjackof fournit annuellement trois cent mille pieds cubiques de sel [1]; le lac de Jennu en donne aussi en abondance.

Dans les voyages de MM. de l'Académie de Pétersbourg, il est fait mention du lac salé de Jamuscha en Sibérie; ce lac, qui est à peu près rond, n'a qu'environ neuf lieues de circonférence. Ses bords sont couverts de sel, et le fond est revêtu de cristaux de sel. L'eau est salée au suprême degré; et quand le soleil y donne, le lac paroît rouge comme une belle aurore. Le sel est blanc comme neige, et se forme en cristaux cubiques. Il y en a une quantité si prodigieuse, qu'en peu de temps on pourroit en charger un grand nombre de vaisseaux; et dans les endroits où l'on en prend, on en retrouve d'autre cinq à six jours après. Il suffit de dire que les provinces de Tobolsk et Jéniscik en sont approvisionnées, et que ce lac suffiroit pour fournir cinquante provinces semblables. La couronne s'en est réservé le commerce, de même que celui de toutes les autres salines. Ce sel est d'une bonté parfaite; il surpasse tous les autres en blancheur, et on n'en trouve nulle part d'aussi propre pour saler la viande. Dans le midi de l'Asie, on trouve aussi des lacs salés; un près de l'Euphrate, un autre près de Barra. Il y en a encore, à ce qu'on dit, près d'Haleb et dans l'île de Chypre à Larnaca; ce dernier est voisin de la mer. La vallée de sel de Barra, n'étant pas loin de l'Euphrate, pourroit être labourée, si l'on en faisoit couler les eaux dans ce fleuve, et que le terrain fût bon; mais à présent cette terre rend un bon sel pour la cuisine, et même en si grande quantité, que les vaisseaux de Bengale le chargent en retour pour lest. (*Add. Buff.*)

ARTICLE XII.

Du flux et reflux.

L'eau n'a qu'un mouvement naturel qui lui vient de sa fluidité; elle descend toujours des lieux les plus élevés dans les lieux les plus bas, lorsqu'il n'y a point de digues ou d'obstacles qui la retiennent ou qui s'opposent à son mouvement; et lorsqu'elle est arrivée au lieu le plus bas, elle y reste tranquille et sans mouvement, à moins que quelque cause étrangère et violente ne l'agite et ne l'en fasse sortir. Toutes les eaux de l'Océan sont rassemblées dans les lieux les plus bas de la superficie de la terre; ainsi les mouvemens de la mer viennent de causes extérieures. Le principal mouvement est celui du flux et du reflux, qui se fait alternativement en sens contraire, et duquel il résulte un mouvement continuel et général de toutes les mers d'orient en occident; ces deux mouvemens ont un rapport constant et régulier avec les mouvemens de la lune. Dans les pleines et dans les nouvelles lunes, ce mouvement des eaux d'orient en occident est plus sensible, aussi bien que celui du flux et du reflux; celui-ci se fait sentir

1. Le pied cubique pèse trente-cinq livres, de seize onces chacune.

dans l'intervalle de six heures et demie sur la plupart des rivages, en sorte que le flux arrive toutes les fois que la lune est au dessus ou au dessous du méridien, et le reflux succède toutes les fois que la lune est dans son plus grand éloignement du méridien, c'est-à-dire toutes les fois qu'elle est à l'horizon, soit à son coucher, soit à son lever. Le mouvement de la mer d'orient en occident est continuel et constant, parce que tout l'Océan dans le flux se meut d'orient en occident, et pousse vers l'occident une très-grande quantité d'eau, et que le reflux ne paroît se faire en sens contraire qu'à cause de la moindre quantité d'eau qui est alors poussée vers l'occident; car le flux doit plutôt être regardé comme une intumescence, et le reflux comme une détumescence des eaux, laquelle, au lieu de troubler le mouvement d'orient en occident, le produit et le rend continuel, quoique à la vérité il soit plus fort pendant l'intumescence, et plus foible pendant la détumescence, par la raison que nous venons d'exposer.

Les principales circonstances de ce mouvement sont, 1° qu'il est plus sensible dans les nouvelles et pleines lunes que dans les quadratures : dans le printemps et l'automne il est aussi plus violent que dans les autres temps de l'année, et il est le plus foible dans le temps des solstices; ce qui s'explique fort naturellement par la combinaison des forces de l'attraction de la lune et du soleil. 2° Les vents changent souvent la direction et la quantité de ce mouvement, surtout les vents qui soufflent constamment du même côté; il en est de même des grands fleuves qui portent leurs eaux dans la mer, et qui y produisent un mouvement de courant qui s'étend souvent à plusieurs lieues; et lorsque la direction du vent s'accorde avec le mouvement général, comme est celui d'orient en occident, il en devient plus sensible : on en a un exemple dans la mer Pacifique, où le mouvement d'orient en occident est constant et très-sensible. 3° On doit remarquer que lorsqu'une partie d'un fluide se meut, toute la masse du fluide se meut aussi : or, dans le mouvement des marées, il y a une très-grande partie de l'Océan qui se meut sensiblement; toute la masse des mers se meut donc en même temps, et les mers sont agitées par ce mouvement dans toute leur étendue et dans toute leur profondeur.

Pour bien entendre ceci, il faut faire attention à la nature de la force qui produit le flux et le reflux, et réfléchir sur son action et sur ses effets. Nous avons dit que la lune agit sur la terre par une force que les uns appellent attraction, et les autres pesanteur : cette force d'attraction ou de pesanteur pénètre le globe de la terre dans toutes les parties de sa masse; elle est exactement proportionnelle à la quantité de matière, et en même temps elle décroît comme le carré de la distance augmente. Cela posé, examinons ce qui doit arriver en supposant la lune au méridien d'une plage de la mer. La surface des eaux étant immédiatement sous la lune, est alors plus près de cet astre que de toutes les autres parties du globe, soit de la terre, soit de la mer; dès lors cette partie de la mer doit s'élever vers la lune, en formant une éminence dont le sommet correspond au centre de cet astre : pour que cette éminence puisse se former, il est nécessaire que les eaux, tant de la surface environnante que du fond de cette partie de la mer, y contribuent : ce qu'elles font en effet à proportion de la proximité où elles sont de l'astre qui exerce cette action dans la raison inverse du carré de la distance. Ainsi la surface de cette partie de la mer s'élevant la première, les eaux de la surface des parties voisines s'élèveront aussi, mais à une moindre hauteur, et les eaux du fond de toutes ces parties éprouveront le même effet et s'élèveront par la même cause, en sorte que, toute cette partie de la mer devenant plus haute et formant une éminence, il est nécessaire que les eaux de la surface et du fond des parties éloignées et sur lesquelles cette force d'attraction n'agit pas, viennent avec précipitation pour remplacer les eaux qui se sont élevées : c'est là ce qui produit le flux, qui est plus ou moins sensible sur les différentes côtes, et qui, comme l'on voit, agite la mer non seulement à sa surface, mais jusqu'aux plus grandes profondeurs. Le reflux arrive ensuite par la pente naturelle des eaux; lorsque l'astre a passé et qu'il n'exerce plus sa force, l'eau, qui s'étoit élevée par l'action de cette puissance étrangère, reprend son niveau et regagne les rivages et les lieux qu'elle avoit été forcée d'abandonner : ensuite, lorsque la lune passe au méridien de l'antipode du lieu où nous avons supposé qu'elle a d'abord élevé les eaux, le même effet arrive; les eaux, dans cet instant où la lune est absente et la plus éloignée, s'élèvent sensiblement, autant que dans le temps où elle est présente et la plus voisine de cette partie de la mer. Dans le premier cas, les eaux s'élèvent, parce qu'elles sont plus près de l'astre que toutes

les autres parties du globe; et dans le second cas, c'est par la raison contraire, elles ne s'élèvent que parce qu'elles en sont plus éloignées que toutes les autres parties du globe : et l'on voit bien que cela doit produire le même effet; car alors les eaux de cette partie étant moins attirées que tout le reste du globe, elles s'éloigneront nécessairement du reste du globe, et formeront une éminence dont le sommet répondra au point de la moindre action, c'est-à-dire au point du ciel directement opposé à celui où se trouve la lune, ou, ce qui revient au même, au point où elle étoit trois heures auparavant lorsqu'elle avoit élevé les eaux la première fois : car lorsqu'elle est parvenue à l'horizon, le reflux étant arrivé, la mer est alors dans son état naturel, et les eaux sont en équilibre et de niveau; mais quand la lune est au méridien opposé, cet équilibre ne peut plus subsister, puisque les eaux de la partie opposée à la lune étant à la plus grande distance où elles puissent être de cet astre, elles sont moins attirées que le reste du globe, qui, étant intermédiaire, se trouve être plus voisin de la lune, et dès lors leur pesanteur relative, qui les tient toujours en équilibre et de niveau, les pousse vers le point opposé à la lune, pour que cet équilibre se conserve. Ainsi dans les deux cas, lorsque la lune est au méridien d'un lieu ou au méridien opposé, les eaux doivent s'élever à très-peu près de la même quantité, et par conséquent s'abaisser et refluer de la même quantité lorsque la lune est à l'horizon, à son coucher ou à son lever. On voit bien qu'un mouvement dont la cause et l'effet sont tels que nous venons de l'expliquer, ébranle nécessairement la masse entière des mers, et la remue dans toute son étendue et dans toute sa profondeur; et si ce mouvement paroît insensible dans les hautes mers, et lorsqu'on est éloigné des terres, il n'en est pas moins réel : le fond et la surface sont remués à peu près également; et même les eaux du fond, que les vents ne peuvent agiter comme celles de la surface, éprouvent bien plus régulièrement cette action que celles de la surface, et elles ont un mouvement plus réglé et qui est toujours alternativement dirigé de la même façon.

De ce mouvement alternatif de flux et de reflux, il résulte, comme nous l'avons dit, un mouvement continuel de la mer de l'orient vers l'occident, parce que l'astre qui produit l'intumescence des eaux va lui-même d'orient en occident, et qu'agissant successivement dans cette direction, les eaux suivent le mouvement de l'astre dans la même direction. Ce mouvement de la mer d'orient en occident est très-sensible dans tous les détroits : par exemple, au détroit de Magellan, le flux élève les eaux à près de vingt pieds de hauteur, et cette intumescence dure six heures, au lieu que le reflux ou la détumescence ne dure que deux heures [1], et l'eau coule vers l'occident; ce qui prouve évidemment que le reflux n'est pas égal au flux, et que de tous deux il résulte un mouvement vers l'occident, mais beaucoup plus fort dans le temps du flux que dans celui du reflux, et c'est pour cette raison que, dans les hautes mers éloignées de toute terre, les marées ne sont sensibles que par le mouvement général qui en résulte, c'est-à-dire par ce mouvement d'orient en occident.

Les marées sont plus fortes, et elles font hausser et baisser les eaux bien plus considérablement dans la zone torride entre les tropiques, que dans le reste de l'Océan; elles sont aussi beaucoup plus sensibles dans les lieux qui s'étendent d'orient en occident, dans les golfes qui sont longs et étroits, et sur les côtes où il y a des îles et des promontoires : le plus grand flux qu'on connoisse, est, comme nous l'avons dit dans l'article précédent, à l'une des embouchures du fleuve Indus, où les eaux s'élèvent de trente pieds; il est aussi fort remarquable auprès de Malaye, dans le détroit de la Sonde, dans la mer Rouge, dans la baie de Nelson, à 55 degrés de latitude septentrionale, où il s'élève à quinze pieds, à l'embouchure du fleuve Saint-Laurent, sur les côtes de la Chine, sur celles du Japon, à Panama, dans le golfe de Bengale, etc.

Le mouvement de la mer d'orient en occident est très-sensible dans de certains endroits; les navigateurs l'ont souvent observé en allant de l'Inde à Madagascar et en Afrique; il se fait sentir aussi avec beaucoup de force dans la mer Pacifique, et entre les Moluques et le Brésil : mais les endroits où ce mouvement est le plus violent sont les détroits qui joignent l'Océan à l'Océan; par exemple, les eaux de la mer sont portées avec une si grande force d'orient en occident par le détroit de Magellan, que ce mouvement est sensible même à une grande distance dans l'océan Atlantique; et on prétend que c'est ce qui a fait conjecturer à Magellan qu'il y avoit un détroit par lequel

1. Voyez le *Voyage de Narbrough.*

les deux mers avoient une communication. Dans le détroit des Manilles et dans tous les canaux qui séparent les îles Maldives, la mer coule d'orient en occident, comme aussi dans le golfe du Mexique entre Cuba et Jucatan; dans le golfe de Paria, ce mouvement est si violent, qu'on appelle le détroit la gueule du Dragon; dans la mer de Canada, ce mouvement est aussi très-violent, aussi bien que dans la mer de Tartarie, et dans le détroit de Waigats, par lequel l'Océan, en coulant avec rapidité d'orient en occident, charrie des masses énormes de glace de la mer de Tartarie dans la mer du Nord de l'Europe. La mer Pacifique coule de même d'orient en occident par les détroits du Japon; la mer du Japon coule vers la Chine; l'océan Indien coule vers l'occident dans le détroit de Java et par les détroits des autres îles de l'Inde. On ne peut donc pas douter que la mer n'ait un mouvement constant et général d'orient en occident, et l'on est assuré que l'océan Atlantique coule vers l'Amérique, et que la mer Pacifique s'en éloigne, comme on le voit évidemment au cap des Courans, entre Lima et Panama.

Au reste, les alternatives du flux et du reflux sont régulières et se font de six heures et demie en six heures et demie sur la plupart des côtes de la mer, quoique à différentes heures, suivant le climat et la position des côtes: ainsi les côtes de la mer sont battues continuellement des vagues, qui enlèvent à chaque fois de petites parties de matières qu'elles transportent au loin et qui se déposent au fond; et de même les vagues portent sur les plages basses des coquilles, des sables qui restent sur les bords, et qui, s'accumulant peu à peu par couches horizontales, forment à la fin des dunes et des hauteurs aussi élevées que des collines, et qui sont en effet des collines tout-à-fait semblables aux autres collines, tant par leur forme que par leur composition intérieure; ainsi la mer apporte beaucoup de productions marines sur les plages basses, et elle emporte au loin toutes les matières qu'elle peut enlever des côtes élevées contre lesquelles elle agit, soit dans le temps du flux, soit dans le temps des orages et des grands vents.

Pour donner une idée de l'effort que fait la mer agitée contre les hautes côtes, je crois devoir rapporter un fait qui m'a été assuré par une personne très-digne de foi, et que j'ai cru d'autant plus facilement, que j'ai vu moi-même quelque chose d'approchant. Dans la principale des îles Orcades il y a des côtes composées de rochers coupés à plomb et perpendiculaires à la surface de la mer, en sorte qu'en se plaçant au dessus de ces rochers, on peut laisser tomber un plomb jusqu'à la surface de l'eau, en mettant la corde au bout d'une perche de neuf pieds. Cette opération, que l'on peut faire dans le temps que la mer est tranquille, a donné la mesure de la hauteur de la côte, qui est de deux cents pieds. La marée, dans cet endroit, est fort considérable, comme elle l'est ordinairement dans tous les endroits où il y a des terres avancées et des îles: mais, lorsque le vent est fort, ce qui est très-ordinaire en Écosse, et qu'en même temps la marée monte, le mouvement est si grand, et l'agitation si violente, que l'eau s'élève jusqu'au sommet des rochers qui bordent la côte, c'est-à-dire à deux cents pieds de hauteur, et qu'elle y tombe en forme de pluie; elle jette même à cette hauteur des graviers et des pierres qu'elle détache du pied des rochers, et quelques-unes de ces pierres, au rapport du témoin oculaire que je cite ici, sont plus larges que la main.

J'ai vu moi-même dans le port de Livourne, où la mer est beaucoup plus tranquille, et où il n'y a point de marée, une tempête au mois de décembre 1731, où l'on fut obligé de couper les mâts de quelques vaisseaux qui étoient à la rade, dont les ancres avoient quitté; j'ai vu, dis-je, l'eau de la mer s'élever au dessus des fortifications, qui me parurent avoir une élévation très-considérable au dessus des eaux; et comme j'étois sur celles qui sont les plus avancées, je ne pus regagner la ville sans être mouillé de l'eau de la mer beaucoup plus qu'on ne peut l'être par la pluie la plus abondante.

Ces exemples suffisent pour faire entendre avec quelle violence la mer agit contre les côtes; cette violente agitation détruit, use, ronge et diminue peu à peu le terrain des côtes; la mer emporte toutes ces matières, et les laisse tomber dès que le calme a succédé à l'agitation. Dans ces temps d'orage, l'eau de la mer, qui est ordinairement la plus claire de toutes les eaux, est trouble et mêlée des différentes matières que le mouvement des eaux détache des côtes et du fond; et la mer rejette alors sur les rivages une infinité de choses qu'elle apporte de loin, et qu'on ne trouve jamais qu'après les grandes tempêtes, comme de l'ambre gris sur les côtes occidentales de l'Irlande, de l'ambre jaune sur celles de Poméranie, des cocos sur les côtes des Indes, etc., et quelquefois des pierres ponces et d'autres

pierres singulières. Nous pouvons citer, à cette occasion, un fait rapporté dans les nouveaux Voyages aux îles de l'Amérique: « Étant à Saint-Domingue, dit l'auteur, on me donna entre autres choses quelques pierres très-légères que la mer amène à la côte quand il a fait de grands vents du sud: il y en avoit une de deux pieds et demi de long sur dix-huit pouces de large et environ un pied d'épaisseur, qui ne pesoit pas tout-à-fait cinq livres; elle étoit blanche comme la neige, bien plus dure que les pierres ponces, d'un grain fin, ne paroissant point du tout poreuse; et cependant, quand on la jetoit dans l'eau, elle bondissoit comme un ballon qu'on jette contre terre; à peine enfonçoit-elle un demi-travers de doigt. J'y fis faire quatre trous de tarière pour y planter quatre bâtons, et soutenir deux petites planches légères qui renfermoient les pierres dont je la chargeois: j'ai eu le plaisir de lui en faire porter une fois cent soixante livres, et une autre fois trois poids de fer de cinquante livres pièce. Elle servoit de chaloupe à mon nègre, qui se mettoit dessus et alloit se promener autour de la caye.» Cette pierre devoit être une pierre ponce d'un grain très-fin et serré, qui venoit de quelque volcan, et que la mer avoit transportée, comme elle transporte l'ambre gris, les cocos, la pierre ponce ordinaire, les graines de plantes, les roseaux, etc. On peut voir sur cela les discours de Ray: c'est principalement sur les côtes d'Irlande et d'Écosse qu'on a fait des observations de cette espèce. La mer, par son mouvement général d'orient en occident, doit porter sur les côtes de l'Amérique les productions de nos côtes; et ce n'est peut-être que par des mouvemens irréguliers et que nous ne connoissons pas, qu'elle apporte sur nos rivages les productions des Indes orientales et occidentales; elle apporte aussi des productions du Nord. Il y a grande apparence que les vents entrent pour beaucoup dans les causes de ces effets. On a vu souvent, dans les hautes mers, et dans un très-grand éloignement des côtes, des plages entières couvertes de pierres ponces: on ne peut guère soupçonner qu'elles puissent venir d'ailleurs que des volcans des îles ou de la terre ferme, et ce sont apparemment les courans qui les transportent au milieu des mers. Avant qu'on connût la partie méridionale de l'Afrique, et dans le temps où on croyoit que la mer des Indes n'avoit aucune communication avec notre Océan, on commença à la soupçonner par un indice de cette nature. Le mouvement alternatif du flux et du reflux, et le mouvement constant de la mer d'orient en occident, offrent différens phénomènes dans les différens climats; ces mouvemens se modifient différemment suivant le gisement des terres et la hauteur des côtes: il y a des endroits où le mouvement général d'orient en occident n'est pas sensible; il y en a d'autres où la mer a même un mouvement contraire, comme sur la côte de Guinée: mais ces mouvemens contraires au mouvement général sont occasionés par les vents, par la position des terres, par les eaux des grands fleuves, et par la disposition du fond de la mer; toutes ces causes produisent des courans qui altèrent et changent souvent tout-à-fait la direction du mouvement général dans plusieurs endroits de la mer. Mais comme ce mouvement des mers d'orient en occident est le plus grand, le plus général et le plus constant, il doit aussi produire les plus grands effets, et tout pris ensemble, la mer doit, avec le temps, gagner du terrain vers l'occident, et en laisser vers l'orient, quoiqu'il puisse arriver que sur les côtes où le vent d'ouest souffle pendant la plus grande partie de l'année, comme en France, en Angleterre, la mer gagne du terrain vers l'orient: mais, encore une fois, ces exceptions particulières ne détruisent pas l'effet de la cause générale.

ARTICLE XIII

Des inégalités du fond de la mer et des courans.

On peut distinguer les côtes de la mer en trois espèces: 1° les côtes élevées, qui sont de rochers et de pierres dures, coupées ordinairement à plomb à une hauteur considérable, et qui s'élèvent quelquefois à sept ou huit cents pieds: 2° les basses côtes, dont les unes sont unies et presque de niveau avec la surface de la mer, et dont les autres ont une élévation médiocre et souvent bordée de rochers à fleur d'eau, qui forment des brisans et rendent l'approche des terres fort difficile: 3° les dunes, qui sont des côtes formées par les sables que la mer accumule, ou que les fleuves déposent; ces dunes forment des collines plus ou moins élevées.

Les côtes d'Italie sont bordées de marbres et de pierres de plusieurs espèces, dont on distingue de loin les différentes carrières; les rochers qui forment la côte paroissent à

une très-grande distance comme autant de piliers de marbres qui sont coupés à plomb. Les côtes de France depuis Brest jusqu'à Bordeaux sont presque partout environnées de rochers à fleur d'eau qui forment des brisans ; il en est de même de celles d'Angleterre, d'Espagne et de plusieurs autres côtes de l'Océan et de la Méditerranée, qui sont bordées de rochers et de pierres dures, à l'exception de quelques endroits dont on a profité pour faire les baies, les ports et les havres.

La profondeur de l'eau le long des côtes est ordinairement d'autant plus grande que ces côtes sont plus élevées, et d'autant moindre qu'elles sont plus basses; l'inégalité du fond de la mer le long des côtes correspond aussi ordinairement à l'inégalité de la surface du terrain des côtes. Je dois citer ici ce qu'en dit un célèbre navigateur :

« J'ai toujours remarqué que dans les endroits où la côte est défendue par des rochers escarpés, la mer y est très-profonde, et qu'il est rare d'y pouvoir ancrer ; et, au contraire, dans les lieux où la terre penche du côté de la mer, quelque élevée qu'elle soit plus avant dans le pays, le fond y est bon, et par conséquent l'ancrage. A proportion que la côte penche ou est escarpée près de la mer, à proportion trouvons-nous aussi communément que le fond pour ancrer est plus ou moins profond ou escarpé : aussi mouillons-nous plus près ou plus loin de la terre, comme nous jugeons à propos ; car il n'y a point, que je sache, de côte au monde, ou dont j'aie entendu parler, qui soit d'une hauteur égale et qui n'ait des hauts et des bas. Ce sont ces hauts et ces bas, ces montagnes et ces vallées, qui font les inégalités des côtes et des bras de mer, des petites baies et des havres, etc., où l'on peut ancrer sûrement, parce que telle est la surface de la terre, tel est ordinairement le fond qui est couvert d'eau. Ainsi l'on trouve plusieurs bons havres sur les côtes où la terre borne la mer par des rochers escarpés, et cela parce qu'il y a des pentes spacieuses entre ces rochers : mais dans les lieux où la pente d'une montagne ou d'un rocher n'est pas à quelque distance en terre d'une montagne à l'autre, et que, comme sur la côte de Chili et du Pérou, le penchant va du côté de la mer, ou est dedans, que la côte est perpendiculaire ou fort escarpée depuis les montagnes voisines, comme elle est en ces pays-là depuis les montagues d'Andes qui y regnent le long de la côte, la mer y est profonde, et pour des havres ou bras de mer il n'y en a que peu ou point; toute cette côte est trop escarpée pour y ancrer, et je ne connois point de côtes où il y ait si peu de rades commodes aux vaisseaux. Les côtes de Galice, de Portugal, de Norwége, de Terre-Neuve, etc., sont comme la côte du Pérou et des hautes îles de l'Archipélagne, mais moins dépourvues de bons havres. Là où il y a de petits espaces de terre, il y a de bonnes baies aux extrémités de ces espaces dans les lieux où ils s'avancent dans la mer comme sur la côte de Caracas, etc. Les îles de Jean Fernando, de Sainte-Hélène, etc., sont des terres hautes dont la côte est profonde. Généralement parlant, tel est le fond qui paroît au dessus de l'eau, tel est celui que l'eau couvre : et pour mouiller sûrement il faut ou que le fond soit de niveau, ou que sa pente soit bien peu sensible; car s'il est escarpé, l'ancre glisse et le vaisseau est emporté. De là vient que nous ne nous mettons jamais en devoir de mouiller dans les lieux où nous voyons les terres hautes et des montagnes escarpées qui bornent la mer : aussi, étant à vue des îles des États, proche la terre del Fuego, avant que d'entrer dans les mers du Sud, nous ne songeâmes seulement pas à mouiller après que nous eûmes vu la côte, parce qu'il nous parut près de la mer des rochers escarpés : cependant il peut y avoir de petits havres où des barques ou autres petits bâtimens peuvent mouiller ; mais nous ne nous mîmes pas en peine de les chercher.

« Comme les côtes hautes et escarpées ont ceci d'incommode qu'on n'y mouille que rarement, elles ont aussi ceci de commode, qu'on les découvre de loin, et qu'on en peut approcher sans danger; aussi est-ce pour cela que nous les appelons côtes ardues, ou, pour parler plus naturellement, côtes exhaussées: mais pour les terres basses on ne les voit que de fort près, et il y a plusieurs lieux dont on n'ose approcher, de peur d'échouer avant que de les apercevoir; d'ailleurs il y a en plusieurs endroits des bancs qui se forment par le concours des grosses rivières, qui des terres basses se jettent dans la mer.

« Ce que je viens de dire, qu'on mouille d'ordinaire sûrement près des terres basses, peut se confirmer par plusieurs exemples. Au midi de la baie de Campêche les terres sont basses pour la plupart : aussi peut-on ancrer tout le long de la côte, et il y a des endroits à l'orient de la ville de Campêche, où vous avez autant de brasses d'eau que

vous êtes eloignés de la terre, c'est-à-dire depuis neuf à dix lieues de distance, jusqu'à ce que vous en soyez à quatre lieues; et de là jusqu'à la côte la profondeur va toujours en diminuant. La baie de Honduras est encore un pays bas, et continue de même tout le long de là aux côtes de Porto-Bello et de Carthagène, jusqu'à ce qu'on soit à la hauteur de Sainte-Marthe; de là le pays est encore bas jusque vers la côte de Caracas, qui est haute. Les terres des environs de Surinam sur la même côte sont basses, et l'ancrage y est bon; il en est de même de là à la côte de Guinée. Telle est aussi la baie de Panama, et les livres de pilotage ordonnent aux pilotes d'avoir toujours la sonde à la main et de ne pas approcher d'une telle profondeur, soit de nuit, soit de jour. Sur les mêmes mers, depuis les hauteurs de Guatimala en Mexique jusqu'à Californie, la plus grande partie de la côte est basse: aussi peut-on y mouiller sûrement. En Asie la côte de la Chine, les baies de Siam et de Bengale, toute la côte de Coromandel et la côte des environs de Malaca, et près de l'île de Sumatra du même côté, la plupart de ces côtes sont basses et bonnes pour ancrer: mais à côté de l'occident de Sumatra les côtes sont escarpées et hardies; telles sont aussi la plupart des îles situées à l'orient de Sumatra, comme les îles de Bornéo, des Célèbres, de Gilolo, et quantité d'autres îles de moindre considération qui sont dispersées par-ci par-là sur ces mers, et qui ont de bonnes rades avec plusieurs fonds bas: mais les îles de l'Océan de l'Inde orientale, surtout à l'ouest de ces îles, sont des terres hautes et escarpées; principalement les parties occidentales, non seulement de Sumatra, mais aussi de Java, de Timor, etc. On n'auroit jamais fait si l'on vouloit produire tous les exemples qu'on pourroit trouver; on dira seulement, en général, qu'il est rare que les côtes hautes soient sans eaux profondes, et au contraire les terres basses et les mers peu creuses se trouvent presque toujours ensemble[1]. »

On est donc assuré qu'il y a des inégalités dans le fond de la mer, et des montagnes très-considérables, par les observations que les navigateurs ont faites avec la sonde. Les plongeurs assurent aussi qu'il y a d'autres petites inégalités formées par des rochers, et qu'il fait fort froid dans les vallées de la mer. En général, dans les grandes mers les profondeurs augmentent, comme nous l'avons dit, d'une manière assez uniforme, en s'éloignant ou en s'approchant des côtes. Par la carte que M. Buache a dressée de la partie de l'Océan comprise entre les côtes d'Afrique et d'Amérique, et par les coupes qu'il donne de la mer depuis le cap Tagrin jusqu'à la côte de Rio-Grande, il paroît qu'il y a des inégalités dans tout l'Océan, comme sur la terre; que les abrolhos où il y a des vigies et où l'on trouve quelques rochers à fleur d'eau, ne sont que des sommets de très-grosses et de très-grandes montagnes, dont l'île Dauphine est une des plus hautes pointes; que les îles du cap Vert ne sont de même que des sommets de montagnes; qu'il y a un grand nombre d'écueils dans cette mer, où l'on est obligé de mettre des vigies; qu'ensuite le terrain tout autour de ces abrolhos descend jusqu'à des profondeurs inconnues, et aussi autour de ces îles.

A l'égard de la qualité des différens terrains qui forment le fond de la mer[2], comme

[1] *Voyage de Dampier autour du monde,* tome II, pages 476 et suiv.

[2] M. l'abbé Dicquemare, savant physicien, a fait sur ce sujet des réflexions et quelques observations particulières, qui me paroissent s'accorder parfaitement avec ce que j'en ai dit dans ma *Théorie de la terre.*

« Les entretiens avec des pilotes de toutes langues; la discussion des cartes et des sondes écrites, anciennes et récentes; l'examen des corps qui s'attachent à la sonde; l'inspection des rivages, des bancs; celle des couches qui forment l'intérieur de la terre, jusqu'à une profondeur à peu près semblable à la longueur des lignes des sondes les plus ordinaires; quelques réflexions sur ce que la physique, la cosmographie et l'histoire naturelle ont de plus analogue avec cet objet, nous ont fait soupçonner, nous ont même persuadé, dit M. l'abbé Dicquemare, *qu'il doit exister, dans bien des parages, deux fonds différens, dont l'un recouvre souvent l'autre par intervalles: le fond ancien ou permanent, qu'on peut nommer fond général, et le fond accidentel ou particulier.* Le premier, qui doit faire la base d'un tableau général, est le sol même du bassin de la mer. Il est composé des mêmes couches que nous trouvons partout dans le sein de la terre, telles que la marne, la pierre, la glaise, le sable, les coquillages, que nous voyons disposés horizontalement, d'une épaisseur égale, sur une fort grande étendue... Ici ce sera un fond de marne; là un de glaise, de sable, de roches. Enfin le nombre des fonds généraux qu'on peut discerner par la sonde, ne va guère qu'à six ou sept espèces. Les plus étendues et les plus épaisses de ces couches, se trouvant découvertes ou coupées en biseau, forment dans la mer de grands espaces, où l'on doit reconnoître le fond général, indépendamment de ce que les courans et autres circonstances peuvent y déposer d'étranger à sa nature. Il est encore des fonds permanens dont nous n'avons point parlé: ce sont ces étendues immenses de madrépores, de coraux, qui recouvrent souvent un fond de rochers, et ces bancs d'une énorme étendue de coquillages, que la prompte multiplication ou d'autres causes y ont accumulés; ils y sont comme par peuplades. Une espèce paroît occuper une certaine étendue,

il est impossible de l'examiner de près, et qu'il faut s'en rapporter aux plongeurs et à la sonde, nous ne pouvons rien dire de bien précis : nous savons seulement qu'il y a des endroits couverts de bourbe et de vase à une grande épaisseur, et sur lesquels les ancres n'ont point de tenue ; c'est probablement dans ces endroits que se dépose le limon des fleuves : dans d'autres endroits ce sont des sables semblables aux sables que nous connoissons, et qui se trouvent de même de différente couleur et de différente grosseur, comme nos sables terrestres : dans d'autres ce sont des coquillages amoncelés, des madrépores, des coraux et d'autres productions animales, lesquelles commencent à s'unir, à prendre corps et à former des pierres : dans d'autres ce sont des fragmens de pierre, des graviers et même souvent des pierres toutes formées, et des marbres; par exemple, dans les îles Maldives on ne bâtit qu'avec de la pierre dure que l'on tire sous les eaux à quelques brasses de profondeur ; à Marseille on tire de très-beau marbre du fond de la mer : j'en ai vu plusieurs échantillons : et loin que la mer altère et gâte les pierres et les marbres, nous prouverons, dans notre discours sur les minéraux, que c'est dans la mer qu'ils se forment et qu'ils se conservent, au lieu que le soleil, la terre, l'air et l'eau des pluies les corrompent et les détruisent.

Nous ne pouvons donc pas douter que le fond de la mer ne soit composé comme la terre que nous habitons, puisqu'en effet on y trouve les mêmes matières, et qu'on tire de la surface du fond de la mer les mêmes choses que nous tirons de la surface de la terre ; et de même qu'on trouve au fond de la mer de vastes endroits couverts de coquillages, de madrépores et d'autres ouvrages des insectes de la mer, on trouve aussi sur la terre une infinité de carrières et de bancs de craie et d'autres matières remplies de ces mêmes coquillages, de ces madrépores, etc., en sorte qu'à tous égards les parties découvertes du globe ressemblent à celles qui sont couvertes par les eaux, soit pour la composition et pour le mélange des matières, soit par les inégalités de la superficie.

C'est à ces inégalités du fond de la mer qu'on doit attribuer l'origine des courans; car on sent bien que si le fond de l'Océan étoit égal et de niveau, il n'y auroit dans la mer d'autre courant que le mouvement général d'orient en occident et quelques autres mouvemens qui auroient pour cause l'action des vents et qui en suivroient la direction : mais une preuve certaine que la plupart des courans sont produits par le flux et le reflux et dirigés par les inégalités du fond de la mer, c'est qu'ils suivent régulièrement les marées et qu'ils changent de direction à chaque flux et à chaque reflux. Voyez sur cet article ce que dit Pietro della Valle, au sujet des courans du golfe de Cambaie, et le rapport de tous les navigateurs, qui assurent unanimement que dans les endroits où le flux et le reflux de la mer est le plus violent et le plus impétueux, les courans y sont aussi plus rapides.

Ainsi on ne peut pas douter que le flux et le reflux ne produisent des courans dont la direction suit toujours celle des collines ou des montagnes opposées entre lesquelles ils coulent. Les courans qui sont produits par les vents suivent aussi la direction de ces mêmes collines qui sont cachées sous l'eau ; car ils ne sont presque jamais opposés directement au vent qui les produit, non plus que ceux qui ont le flux et le reflux pour cause, ne suivent pas pour cela la même direction.

Pour donner une idée nette de la production des courans, nous observerons d'abord qu'il y en a dans toutes les mers; que les uns sont plus rapides et les autres plus

l'espace suivant est occupé par une autre, comme on le remarque à l'égard des coquilles fossiles, dans une grande partie de l'Europe, et peut-être partout. Ce sont même ces remarques sur l'intérieur de la terre, et des lieux où la mer découvre beaucoup, où l'on voit toujours une espèce dominer comme par cantons, qui nous ont mis à portée de conclure sur la prodigieuse quantité des individus, et sur l'épaisseur des bancs du fond de la mer, dont nous ne pouvons guère connoître par la sonde que la superficie.

« Le fond accidentel ou particulier.... est composé d'une quantité prodigieuse de pointes d'oursins de toute espèce, que les marins nomment *pointes d'alenes ;* de fragmens de coquilles, quelquefois pourries ; de crustacés, de madrépores, de plantes marines, de pyrites, de granites arrondis par le frottement, de particules de nacre, de mica, peut-être même de talc, auxquels ils donnent des noms conformes à l'apparence; quelques coquilles entières, mais en petite quantité, et comme semées dans des étendues médiocres; de petits cailloux, quelques cristaux, des sables colorés, un léger limon, etc. Tous ces corps, disséminés par les courans, l'agitation de la mer, etc., provenant en partie des fleuves, des éboulemens de falaises, et autres causes accidentelles, ne recouvrent souvent qu'imparfaitement le fond général, qui se représente à chaque instant, quand on sonde fréquemment dans les mêmes parages.... J'ai remarqué que *depuis près d'un siècle une grande partie des fonds généraux du golfe de Gascogne et de la Manche n'ont presque pas changé ;* ce qui fonde encore mon opinion sur les deux fonds. » (*Add. Buff.*)

lents; qu'il y en a de fort étendus tant en longueur qu'en largeur, et d'autres qui sont plus courts et plus étroits; que la même cause, soit le vent, soit le flux et le reflux, qui produit ces courans, leur donne à chacun une vitesse et une direction souvent très-différentes; qu'un vent de nord, par exemple, qui devroit donner aux eaux un mouvement général vers le sud, dans toute l'étendue de la mer où il exerce son action, produit, au contraire, un grand nombre de courans séparés les uns des autres et bien différens en étendue et en direction : quelques-uns vont droit au sud, d'autres au sud-est, d'autres au sud-ouest; il y en a de plus et moins forts, de plus et moins larges, de plus et moins étendus, et cela dans une variété de combinaisons si grande, qu'on ne peut leur trouver rien de commun que la cause qui les produit; et lorsqu'un vent contraire succède, comme cela arrive souvent dans toutes les mers et régulièrement dans l'Océan Indien, tous ces courans prennent une direction opposée à la première et suivent en sens contraire les mêmes routes et le même cours, en sorte que ceux qui alloient au sud vont au nord, ceux qui couloient vers le sud-est vont au nord-ouest, etc.; et ils ont la même étendue en longueur et en largeur, la même vitesse, etc.; et leur cours au milieu des autres eaux de la mer se fait précisément de la même façon qu'il se feroit sur la terre entre deux rivages opposés et voisins, comme on le voit aux Maldives et entre toutes les îles de la mer des Indes, où les courans vont, comme les vents, pendant six mois dans une direction et pendant six autres mois dans la direction opposée. On a fait la même remarque sur les courans qui sont entre les bancs de sable et entre les hauts-fonds; et en général tous les courans, soit qu'ils aient pour cause le mouvement du flux et du reflux, ou l'action des vents, ont chacun constamment la même étendue, la même largeur et la même direction dans tout leur cours, et ils sont très-différens les uns des autres en longueur, en largeur, en rapidité et en direction; ce qui ne peut venir que des inégalités des collines, des montagnes et des vallées, qui sont au fond de la mer, comme l'on voit qu'entre deux îles le courant suit la direction des côtes aussi bien qu'entre les bancs de sable, les écueils et les hauts-fonds. On doit donc regarder les collines et les montagnes du fond de la mer comme les bords qui contiennent et qui dirigent les courans, et dès lors un courant est un fleuve, dont la largeur est déterminée par celle de la vallée dans laquelle il coule, dont la rapidité dépend de la force qui le produit, combinée avec le plus ou le moins de largeur de l'intervalle par où il doit passer, et enfin dont la direction est tracée par la position des collines et des inégalités entre lesquelles il doit prendre son cours.

Ceci étant entendu, nous allons donner une raison palpable de ce fait singulier dont nous avons parlé, de cette correspondance des angles des montagnes et des collines, qui se trouve partout, et qu'on peut observer dans tous les pays du monde. On voit, en jetant les yeux sur les ruisseaux, les rivières et toutes les eaux courantes, que les bords qui les contiennent forment toujours des angles alternativement opposés; de sorte que quand un fleuve fait un coude, l'un des bords du fleuve forme d'un côté une avance ou un angle rentrant dans les terres, et l'autre bord forme au contraire une pointe ou un angle saillant hors des terres, et que dans toutes les sinuosités de leur cours cette correspondance des angles alternativement opposés se trouve toujours : elle est, en effet, fondée sur les lois du mouvement des eaux et l'égalité de l'action des fluides, et il nous seroit très-facile de démontrer la cause de cet effet; mais il nous suffit ici qu'il soit général et universellement reconnu, et que tout le monde puisse s'assurer par ses yeux que toutes les fois que le bord d'une rivière fait une avance dans les terres, que je suppose à main gauche, l'autre bord fait, au contraire, une avance hors des terres à main droite.

Dès lors les courans de la mer, qu'on doit regarder comme de grands fleuves ou des eaux courantes, sujettes aux mêmes lois que les fleuves de la terre, formeront de même, dans l'étendue de leur cours, plusieurs sinuosités, dont les avances et les angles seront rentrans d'un côté et saillans de l'autre côté; et comme les bords de ces courans sont les collines et les montagnes qui se trouvent au dessous ou au dessus de la surface des eaux, ils auront donné à ces éminences cette même forme qu'on remarque aux bords des fleuves. Ainsi on ne doit pas s'étonner que nos collines et nos montagnes, qui ont été autrefois couvertes des eaux de la mer et qui ont été formées par le sédiment des eaux, aient pris par le mouvement des courans cette figure régulière, et que tous les angles en soient alternativement opposés : elles ont été les bords des courans ou des fleuves de la mer, elles ont

donc nécessairement pris une figure et des directions semblables à celles des bords des fleuves de la terre ; et par conséquent toutes les fois que le bord à main gauche aura formé un angle rentrant, le bord à main droite aura formé un angle saillant, comme nous l'observons dans toutes les collines opposées.

Cela seul, indépendamment des autres preuves que nous avons données, suffiroit pour faire voir que la terre de nos continens a été autrefois sous les eaux de la mer; et l'usage que je fais de cette observation de la correspondance des angles des montagnes, et la cause que j'en assigne, me paroissent être des sources de lumière et de démonstration dans le sujet dont il est question : car ce n'étoit point assez d'avoir prouvé que les couches extérieures de la terre ont été formées par les sédimens de la mer, que les montagnes se sont élevées par l'entassement successif de ces mêmes sédimens, qu'elles sont composées de coquilles et d'autres productions marines; il falloit encore rendre raison de cette régularité de figure des collines dont les angles sont correspondans et en trouver la vraie cause que personne jusqu'à présent n'avoit même soupçonnée, et qui cependant, étant réunie avec les autres, forme un corps de preuves aussi complet qu'on puisse en avoir en physique, et fournit une théorie appuyée sur des faits indépendans de toute hypothèse, sur un sujet qu'on n'avoit jamais tenté par cette voie, et sur lequel il paroissoit avoué qu'il étoit permis et même nécessaire de s'aider d'une infinité de suppositions et d'hypothèses gratuites, pour pouvoir dire quelque chose de conséquent et de systématique.

Les principaux courans de l'Océan sont ceux qu'on a observés dans la mer Atlantique près de la Guinée; ils s'étendent depuis le cap Vert jusqu'à la baie de Fernandopo: leur mouvement est d'occident en orient, et il est contraire au mouvement général de la mer, qui se fait d'orient en occident. Ces courans sont fort violens, en sorte que les vaisseaux peuvent venir en deux jours de Moura à Rio de Bénin, c'est-à-dire faire une route de plus de cent cinquante lieues ; et il leur faut six ou sept semaines pour y retourner; ils ne peuvent même sortir de ces parages qu'en profitant des vents orageux qui s'élèvent tout à coup dans ces climats : mais il y a des saisons entières pendant lesquelles ils sont obligés de rester, la mer étant continuellement calme, à l'exception du mouvement des courans, qui est toujours dirigé vers les côtes dans cet endroit ; ces courans ne s'étendent guère qu'à vingt lieues de distance des côtes. Auprès de Sumatra il y a des courans rapides qui coulent du midi vers le nord, et qui probablement ont formé le golfe qui est entre Malaye et l'Inde. On trouve des courans semblables entre l'île de Java et la terre de Magellan. Il y a aussi de très-grands courans entre le cap de Bonne-Espérance et l'île de Madagascar, et surtout sur la côte d'Afrique, entre la terre de Natal et le cap. Dans la mer Pacifique, sur les côtes du Pérou et du reste de l'Amérique, la mer se meut du midi au nord, et il y règne constamment un vent de midi qui semble être la cause de ces courans; on observe le même mouvement du midi au nord sur les côtes du Brésil, depuis le cap Saint-Augustin jusqu'aux îles Antilles, à l'embouchure du détroit des Manilles, aux Philippines, et au Japon dans le port de Kibuxia.

Il y a des courans très-violens dans la mer voisine des îles Maldives ; et entre ces îles les courans coulent, comme je l'ai dit, constamment pendant six mois d'orient en occident, et rétrogradent pendant les six autres mois d'occident en orient ; ils suivent la direction des vents moussons, et il est probable qu'ils sont produits par ces vents, qui, comme l'on sait, soufflent dans cette mer six mois de l'est à l'ouest, et six mois en sens contraire.

Au reste, nous ne faisons ici mention que des courans dont l'étendue et la rapidité sont fort considérables : car il y a dans toutes les mers une infinité de courans que les navigateurs ne reconnoissent qu'en comparant la route qu'ils ont faite avec celle qu'ils auroient dû faire, et ils sont souvent obligés d'attribuer à l'action de ces courans la dérive de leur vaisseau [1]. Le flux et le

1. On doit ajouter à l'énumération des courans de la mer le fameux courant de *Moschœ*, *Mosche* ou *Male*, sur les côtes de Norwège, dont un savant suédois nous a donné la description dans les termes suivans :

« Ce courant, qui a pris son nom du rocher de Moschensicle, situé entre les deux îles de Lofœde et de Woerœn, s'étend à quatre milles vers le sud et vers le nord.

« Il est extrêmement rapide, surtout entre le rocher de Mosche et la pointe de Lofœde; mais plus il s'approche des deux îles de Woerœn et de Roest, moins il a de rapidité. Il achève son cours du nord au sud en six heures, puis du sud au nord en autant de temps.

« Ce courant est si rapide, qu'il fait un grand nombre de petits tournans, que les habitans du pays ou les Norwégiens appellent *garganer*.

« Son cours ne suit point celui des eaux de la

reflux, les vents et toutes les autres causes qui peuvent donner de l'agitation aux eaux de la mer, doivent produire des courans, lesquels seront plus ou moins sensibles dans

mer dans leur flux et dans leur reflux : il y est plutôt tout contraire. Lorsque les eaux de l'Océan montent, elles vont du sud au nord, et alors le courant va du nord au sud : lorsque la mer se retire, elle va du nord au sud, et pour lors le courant va du sud au nord.

« Ce qu'il y a de plus remarquable, c'est que tant en allant qu'en revenant, il ne décrit pas une ligne droite, ainsi que les autres courans qu'on trouve dans quelques détroits, où les eaux de la mer montent et descendent, mais il va en ligne circulaire.

« Quand les eaux de la mer ont monté à moitié, celles du courant vont au sud-est. Plus la mer s'élève, plus il se tourne vers le sud ; de là il se tourne vers le sud-ouest, et du sud-ouest vers l'ouest.

« Lorsque les eaux de la mer ont entièrement monté, le courant va vers le nord-ouest, et ensuite vers le nord : vers le milieu du reflux, il recommence son cours, après l'avoir suspendu pendant quelques momens....

« Le principal phénomène qu'on y observe, est son retour par l'ouest du sud-sud-est vers le nord, ainsi que du nord vers le sud-est. S'il ne revenoit pas par le même chemin, il seroit fort difficile et presque impossible de passer de la pointe de Lofœde aux deux grandes îles de Woerœn et de Roest. Il y a cependant aujourd'hui deux paroisses qui seroient nécessairement sans habitans, si le courant ne prenoit pas le chemin que je viens de dire; mais, comme il le prend en effet, ceux qui veulent passer de la pointe de Lofœde à ces deux îles, attendent que la mer ait monté à moitié, parce qu'alors le courant se dirige vers l'ouest : lorsqu'ils veulent revenir de ces îles vers la pointe de Lofœde, ils attendent le mi-reflux, parce qu'alors le courant est dirigé vers le continent; ce qui fait qu'on passe avec beaucoup de facilité... Or, il n'y a point de courant sans pente; et ici l'eau monte d'un côté et descend de l'autre.

« Pour se convaincre de cette vérité, il suffit de considérer qu'il y a une petite langue de terre qui s'étend à seize milles de Norwège dans la mer, depuis la pointe de Lofœde, qui est le plus à l'ouest, jusqu'à celle de Loddinge, qui est la plus orientale. Cette petite langue de terre est environnée par la mer ; et soit pendant le flux, soit pendant le reflux, les eaux y sont toujours arrêtées, parce qu'elles ne peuvent avoir d'issue que par six petits détroits ou passages qui divisent cette langue de terre en autant de parties. Quelques-uns de ces détroits ne sont larges que d'un demi-quart de mille, et quelquefois moitié moins; ils ne peuvent donc contenir qu'une petite quantité d'eau. Ainsi, lorsque la mer monte, les eaux qui vont vers le nord s'arrêtent en grande partie au sud de cette langue de terre : elles sont donc bien plus élevées vers le sud que vers le nord. Lorsque la mer se retire et va vers le sud, il arrive pareillement que les eaux s'arrêtent en grande partie au nord de cette langue de terre, et sont par conséquent bien plus hautes vers le nord que vers le sud.

« Les eaux arretées de cette manière, tantôt au nord, tantôt au sud, ne peuvent trouver d'issue qu'entre la pointe de Lofœde et de l'île de Woerœn, et qu'entre cette île et celle de Roest.

« La pente qu'elles ont lorsqu'elles descendent, cause la rapidité du courant; et par la même raison cette rapidité est plus grande vers la pointe de Lofœde que partout ailleurs. Comme cette pointe est plus près de l'endroit où les eaux s'arrêtent, la pente y est aussi plus forte; et plus les eaux du courant s'étendent vers les îles de Woerœn et de Roest, plus il perd de sa vitesse....

« Après cela, il est aisé de concevoir pourquoi ce courant est toujours diamétralement opposé à celui des eaux de la mer. Rien ne s'oppose à celles-ci, soit qu'elles montent, soit qu'elles descendent; au lieu que celles qui sont arrêtées au dessus de la pointe de Lofœde ne peuvent se mouvoir ni en ligne droite, ni au dessus de cette même pointe, tant que la mer n'est point descendue au plus bas, et n'a pas, en se retirant, emmené les eaux que celles qui sont arrêtées au dessus de Lofœde doivent remplacer....

« Au commencement du flux et du reflux, les eaux de la mer ne peuvent pas détourner celles du courant; mais lorsqu'elles ont monté ou descendu à moitié, elles ont assez de force pour changer sa direction. Comme il ne peut alors retourner vers l'est, parce que l'eau est toujours stable près de la pointe de Lofœde, ainsi que je l'ai déjà dit, il faut nécessairement qu'il aille vers l'ouest, où l'eau est plus basse. » Cette explication me paroît bonne et conforme aux vrais principes de la théorie des eaux courantes.

Nous devons encore ajouter ici la description du fameux courant de Charybde et Scylla, près de la Sicile, sur lequel M. Brydone a fait nouvellement des observations qui semblent prouver que sa rapidité et la violence de tous ses mouvemens est fort diminuée.

« Le fameux rocher de Scylla est sur la côte de la Calabre, le cap Pelore sur celle de Sicile, et le célèbre détroit du Phare court entre les deux. L'on entend, à quelques milles de distance de l'entrée du détroit, le mugissement du courant; il augmente à mesure qu'on s'approche, et, en plusieurs endroits, l'eau forme de grands tournans, lors même que tout le reste de la mer est uni comme une glace. Les vaisseaux sont attirés par ces tournans d'eaux; cependant on court peu de danger quand le temps est calme : mais si les vagues rencontrent ces tournans violens, elles forment une mer terrible. Le courant porte directement vers le rocher de Scylla : il est à environ un mille de l'entrée du Phare. Il faut convenir que réellement ce fameux Scylla n'approche pas de la description formidable qu'Homère en a faite; le passage n'est pas aussi prodigieusement étroit ni aussi difficile qu'il le représente : il est probable que depuis ce temps il s'est fort élargi, et que la violence du courant a diminué en même proportion. Le rocher a près de deux cents pieds d'élévation; on y trouve plusieurs cavernes et une espèce de fort bâti au sommet. Le fanal est à présent sur le cap Pelore. L'entrée du détroit entre ce cap et la Coda di Volpe en Calabre, paroît avoir à peine un mille de largeur; son canal s'élargit, et il a quatre milles auprès de Messine, qui est éloignée de douze milles de l'entrée du détroit. Le célèbre gouffre ou tournant de Charybde est près de l'entrée du havre de Messine : il occasionne souvent dans l'eau un mouvement si irrégulier, que les vaisseaux ont beaucoup de peine à y entrer. Aristote fait une longue et terrible description de ce passage difficile. Homère, Lucrèce, Virgile et plusieurs autres poëtes,

les différens endroits. Nous avons vu que le fond de la mer est, comme la surface de la terre, hérissé de montagnes, semé d'inégalités, et coupé par des bancs de sable : dans tous ces endroits montueux et entrecoupés, les courans seront violens; dans les lieux plats où le fond de la mer se trouvera de niveau, ils seront presque insensibles : la rapidité du courant augmentera à proportion des obstacles que les eaux trouveront, ou plutôt du rétrécissement des espaces par lesquels elles tendent à passer. Entre deux chaînes de montagnes qui seront dans la mer, il se formera nécessairement un courant qui sera d'autant plus violent que ces deux montagnes seront plus voisines; il en sera de même entre deux bancs de sable ou entre deux îles voisines : aussi remarque-t-on dans l'océan Indien, qui est entrecoupé d'une infinité d'îles et de bancs, qu'il y a partout des courans très-rapides qui rendent la navigation de cette mer fort périlleuse; ces courans ont en général des directions semblables à celles des vents, ou du flux et du reflux qui les produisent.

Non seulement toutes les inégalités du fond de la mer doivent former des courans, mais les côtes mêmes doivent faire un effet en partie semblable. Toutes les côtes font refouler les eaux à des distances plus ou moins considérables : ce refoulement des eaux est une espèce de courant que les circonstances peuvent rendre continuel et violent; la position oblique d'une côte, le voisinage d'un golfe ou de quelque grand fleuve, un promontoire, en un mot, tout obstacle particulier qui s'oppose au mouvement général, produira toujours un courant : or, comme rien n'est plus irrégulier que le fond et les bords de la mer, on doit donc cesser d'être surpris du grand nombre de courans qu'on y trouve presque partout.

Au reste, tous ces courans ont une largeur déterminée et qui ne varie point : cette largeur du courant dépend de celle de l'intervalle qui est entre les deux éminences qui lui servent de lit. Les courans coulent dans la mer comme les fleuves coulent sur la terre, et ils y produisent des effets semblables; ils forment leur lit; ils donnent aux éminences entre lesquelles ils coulent une figure régulière, et dont les angles sont correspondans : ce sont, en un mot, ces courans qui ont creusé nos vallées, figuré nos montagnes, et donné à la surface de notre terre, lorsqu'elle étoit sous l'eau de la mer, la forme qu'elle conserve encore aujourd'hui.

Si quelqu'un doutoit de cette correspondance des angles de montagnes, j'oserois en appeler aux yeux de tous les hommes, surtout lorsqu'ils auront lu ce qui vient d'être dit : je demande seulement qu'on examine, en voyageant, la position des collines opposées, et les avances qu'elles font dans les vallons; on se convaincra par ses yeux que le vallon étoit le lit, et les collines les bords des courans; car les côtés opposés des collines se correspondent exactement, comme les deux bords d'un fleuve. Dès que les collines à droite du vallon font une avance, les collines à gauche du vallon font une gorge. Ces collines ont aussi, à très-peu près, la même élévation; et il est très-rare de voir une très-grande inégalité de hauteur dans deux collines opposees, et séparées par un vallon : je puis assurer que plus j'ai regardé les contours et les hauteurs des collines, plus j'ai été convaincu de la correspondance des angles, et de cette ressemblance qu'elles ont avec les lits et les bords des rivières; et c'est par des observations réitérées sur cette régularité surprenante et sur cette ressemblance frappante, que mes premières idées sur la théorie de la terre me sont venues. Qu'on ajoute à cette observation celle des couches parallèles et horizontales, et celle des coquillages répandus dans toute la terre et incorporés dans toutes les différentes matières, et on verra s'il peut y avoir plus de probabilité dans un sujet de cette espèce.

ARTICLE XIV.

Des vents réglés.

Rien ne paroît plus irrégulier et plus variable que la force et la direction des vents dans nos climats; mais il y a des pays

l'ont décrit comme un objet qui inspiroit la plus grande terreur. Il n'est certainement pas si formidable aujourd'hui, et il est très-probable que le mouvement des eaux depuis ce temps a émoussé les pointes escarpées des rochers, et détruit les obstacles qui resserroient les flots. Le detroit s'est élargi considérablement dans cet endroit. Les vaisseaux sont néanmoins obligés de ranger la côte de Calabre de très-près, afin d'éviter l'attraction violente occasionée par le tournoiement des eaux; et lorsqu'ils sont arrivés à la partie la plus étroite et la plus rapide du détroit, entre le cap Pelore et Scylla, ils sont en grand danger d'être jetés directement contre ce rocher. De là vient le proverbe,

Incidit in Scyllam cupiens vitare Charybdin.

On a placé un autre fanal pour avertir les marins qu'ils approchent de Charybde, comme le fanal du cap Pelore les avertit qu'ils approchent de Scylla. » (*Add. Buff.*)

où cette irrégularité n'est pas si grande, et d'autres où le vent souffle constamment dans la même direction, et presque avec la même force.

Quoique les mouvemens de l'air dépendent d'un grand nombre de causes, il y en a cependant de principales dont on peut estimer les effets ; mais il est difficile de juger des modifications que d'autres causes secondaires peuvent y apporter. La plus puissante de toutes ces causes est la chaleur du soleil, laquelle produit successivement une raréfaction considérable dans les différentes parties de l'atmosphère, ce qui fait le vent d'est, qui souffle constamment entre les tropiques, où la raréfaction est la plus grande.

La force d'attraction du soleil, et même celle de la lune, sur l'atmosphère, sont des causes dont l'effet est insensible en comparaison de celles dont nous venons de parler. Il est vrai que cette force produit dans l'air un mouvement semblable à celui du flux et du reflux dans la mer : mais ce mouvement n'est rien en comparaison des agitations de l'air qui sont produites par la raréfaction ; car il ne faut pas croire que l'air, parce qu'il a du ressort et qu'il est huit cents fois plus léger que l'eau, doive recevoir par l'action de la lune un mouvement de flux fort considérable. Pour peu qu'on y réfléchisse, on verra que ce mouvement n'est guère plus considérable que celui du flux et du reflux des eaux de la mer ; car la distance à la lune étant supposée la même, une mer d'eau ou d'air, ou de telle autre matière fluide qu'on voudroit imaginer, aura à peu près le même mouvement, parce que la force qui produit ce mouvement pénètre la matière, et est proportionnelle à sa quantité. Ainsi une mer d'eau, d'air ou de vif-argent, s'élèveroit à peu près à la même hauteur par l'action du soleil et de la lune ; et dès lors on voit que le mouvement que l'attraction des astres peut causer dans l'atmosphère, n'est pas assez considérable pour produire une grande agitation[1] ; et quoiqu'elle doive causer un léger mouvement de l'air d'orient en occident, ce mouvement est tout-à-fait insensible en comparaison de celui que la chaleur du soleil doit produire en raréfiant l'air ; et comme la raréfaction sera toujours plus grande dans les endroits où le soleil est au zénith, il est clair que le courant d'air doit suivre le soleil et former un vent constant et général d'orient en occident. Ce vent souffle continuellement sur la mer dans la zone torride, et dans la plupart des endroits de la terre entre les tropiques : c'est le même vent que nous sentons au lever du soleil ; et en général les vents d'est sont bien plus fréquens et bien plus impétueux que les vents d'ouest ; ce vent général d'orient en occident s'étend même au delà des tropiques, et il souffle si constamment dans la mer Pacifique, que les navires qui vont d'Acapulco aux Philippines font cette route, qui est de plus de deux mille sept cents lieues, sans aucun risque, et, pour ainsi dire, sans avoir besoin d'être dirigés. Il en est de même de la mer Atlantique entre l'Afrique et le Brésil ; ce vent général y souffle constamment. Il se fait sentir aussi entre les Philippines et l'Afrique, mais d'une manière moins constante, à cause des îles et des différens obstacles qu'on rencontre dans cette mer : car il souffle pendant les mois de janvier, février, mars, et avril, entre la côte de Mozambique et l'Inde ; mais pendant les autres mois il cède à d'autres vents ; et quoique ce vent d'est soit moins sensible sur les côtes qu'en pleine mer, et encore moins dans le milieu des continens que sur les côtes de la mer, cependant il y a des lieux où il souffle presque continuellement, comme sur les côtes orientales du Brésil, sur les côtes de Loango en Afrique, etc.

Ce vent d'est, qui souffle continuellement sous la ligne, fait que lorsqu'on part d'Europe pour aller en Amérique, on dirige le cours du vaisseau du nord au sud dans la direction des côtes d'Espagne et d'Afrique jusqu'à 20 degrés en deçà de la ligne, où l'on trouve ce vent d'est qui vous porte directement sur les côtes d'Amérique ; et de même dans la mer Pacifique l'on fait en deux mois le voyage de Callao ou d'Acapulco aux Philippines à la faveur de ce vent d'est, qui est continuel ; mais le retour des Philippines à Acapulco est plus long et plus difficile. A 28 ou 30 degrés de ce côté-ci de la ligne, on trouve des vents d'ouest assez constans ; et c'est pour cela que les vaisseaux qui reviennent des Indes occidentales en Europe ne prennent pas la même route pour aller et pour revenir : ceux qui viennent de la Nouvelle-Espagne font voile le long des côtes et vers le nord jusqu'à ce qu'ils arrivent à la Havane dans l'île de Cuba ; et de là ils gagnent du côté du nord

1. L'effet de cette cause a été déterminé géométriquement dans différentes hypothèses, et calculé par M. d'Alembert. Voyez *Réflexions sur la cause générale des vents.*

pour trouver les vents d'ouest, qui les amènent aux Açores et ensuite en Espagne. De même dans la mer du Sud ceux qui reviennent des Philippines ou de la Chine au Pérou ou au Mexique, gagnent le nord jusqu'à la hauteur du Japon, et naviguent sous ce parallèle jusqu'à une certaine distance de Californie, d'où, en suivant la côte de la Nouvelle-Espagne, ils arrivent à Acapulco. Au reste, ces vents d'est ne soufflent pas toujours du même point; mais en général ils sont au sud-est depuis le mois d'avril jusqu'au mois de novembre, et ils sont au nord-est depuis novembre jusqu'en avril.

Le vent d'est contribue par son action à augmenter le mouvement général de la mer d'orient en occident : il produit aussi des courans qui sont constans et qui ont leur direction, les uns de l'est à l'ouest, les autres de l'est au sud-ouest ou au nord-ouest, suivant la direction des éminences et des chaînes de montagnes qui sont au fond de la mer, dont les vallées ou des intervalles qui les séparent servent de canaux à ces courans. De même les vents alternatifs qui soufflent tantôt de l'est, et tantôt de l'ouest, produisent aussi des courans qui changent de direction en même temps que ces vents en changent aussi.

Les vents qui soufflent constamment pendant quelques mois sont ordinairement suivis de vents contraires, et les navigateurs sont obligés d'attendre celui qui leur est favorable; lorsque ces vents viennent à changer, il y a plusieurs jours et quelquefois un mois ou deux de calme ou de tempêtes dangereuses.

Ces vents généraux causés par la raréfaction de l'atmosphère se combinent différemment par différentes causes dans différens climats. Dans la partie de la mer Atlantique qui est sous la zone tempérée, le vent du nord souffle presque constamment pendant les mois d'octobre, novembre, décembre et janvier : c'est pour cela que ces mois sont les plus favorables pour s'embarquer lorsqu'on veut aller de l'Europe aux Indes, afin de passer la ligne à la faveur de ces vents; et l'on sait par expérience que les vaisseaux qui partent au mois de mars d'Europe n'arrivent quelquefois pas plus tôt au Brésil que ceux qui partent au mois d'octobre suivant. Le vent du nord règne presque continuellement pendant l'hiver dans la Nouvelle-Zemble et dans les autres côtes septentrionales. Le vent du midi souffle pendant le mois de juillet au cap Vert : c'est alors le temps des pluies, ou l'hiver de ces climats. Au cap de Bonne-Espérance le vent de nord-ouest souffle pendant le mois de septembre. A Patna dans l'Inde, ce même vent de nord-ouest souffle pendant les mois de novembre, décembre et janvier, et il produit de grandes pluies; mais les vents d'est soufflent pendant les neuf autres mois. Dans l'océan Indien, entre l'Afrique et l'Inde, et jusqu'aux îles Moluques, les vents moussons règnent d'orient en occident depuis janvier jusqu'au commencement de juin, et les vents d'occident commencent aux mois d'août et de septembre, et pendant l'intervalle de juin et de juillet il y a de très-grandes tempêtes, ordinairement par des vents du nord : mais sur les côtes ces vents varient davantage qu'en pleine mer.

Dans le royaume de Guzarate et sur les côtes de la mer voisine, les vents de nord soufflent depuis le mois de mars jusqu'au mois de septembre, et pendant les autres mois de l'année il règne presque toujours des vents de midi. Les Hollandois, pour revenir de Java, partent ordinairement aux mois de janvier et de février par un vent d'est qui se fait sentir jusqu'à 18 degrés de latitude australe, et ensuite ils trouvent des vents de midi qui les portent jusqu'à Sainte-Hélène.

Il y a des vents réglés qui sont produits par la fonte des neiges; les anciens Grecs les ont observés. Pendant l'été les vents de nord-ouest, et pendant l'hiver ceux de sud-est, se font sentir en Grèce, dans la Thrace, dans la Macédoine, dans la mer Égée, et jusqu'en Égypte et en Afrique; on remarque des vents de même espèce dans le Congo, à Guzarate, à l'extrémité de l'Afrique, qui sont tous produits par la fonte des neiges. Le flux et le reflux de la mer produisent aussi des vents réglés qui ne durent que quelques heures, et dans plusieurs endroits on remarque des vents qui viennent de terre pendant la nuit, et de la mer pendant le jour, comme sur les côtes de la nouvelle-Espagne, sur celles de Congo, à la Havane, etc.

Les vents de nord sont assez réglés dans les climats des cercles polaires : mais plus on approche de l'équateur, plus ces vents de nord sont foibles; ce qui est commun aux deux pôles.

Dans l'océan Atlantique et l'Éthiopique il y a un vent d'est général entre les tropiques, qui dure toute l'année sans aucune variation considérable, à l'exception de

quelques petits endroits où il change suivant les circonstances et la position des côtes. 1° Auprès de la côte d'Afrique, aussitôt que vous avez passé les îles Canaries, vous êtes sûr de trouver un vent frais de nord-est à environ 28 degrés de latitude nord : ce vent passe rarement de nord-est ou de nord-nord-est, et il vous accompagne jusqu'à 10 degrés latitude nord, à environ cent lieues de la côte de Guinée, où l'on trouve au 4e degré latitude nord les calmes et tornados; 2° ceux qui vont aux îles Caribes trouvent, en approchant de l'Amérique, que ce même vent de nord-est tourne de plus en plus à l'est, à mesure qu'on approche davantage; 3° les limites de ces vents variables dans cet océan sont plus grandes sur les côtes d'Amérique que sur celles d'Afrique. Il y a dans cet océan un endroit où les vents de sud et de sud-ouest sont continuels, savoir, tout le long de la côte de Guinée dans un espace d'environ cinq cents lieues, depuis Sierra-Leona jusqu'à l'île de Saint-Thomas. L'endroit le plus étroit de cette mer est depuis la Guinée jusqu'au Brésil, où il n'y a qu'environ cinq cents lieues : cependant les vaisseaux qui partent de la Guinée ne dirigent pas leur cours droit au Brésil; mais ils descendent du côté du sud, surtout lorsqu'ils partent aux mois de juillet et d'août, à cause des vents de sud-est qui règnent dans ce temps.

Dans la mer Méditerranée le vent souffle de la terre vers la mer, au coucher du soleil; et au contraire de la mer vers la terre au lever; en sorte que le matin c'est un vent du levant, et le soir un vent du couchant. Le vent du midi, qui est pluvieux, et qui souffle ordinairement à Paris, en Bourgogne et en Champagne, au commencement de novembre, et qui cède à une bise douce et tempérée, produit le beau temps qu'on appelle vulgairement l'été de la Saint-Martin.

Le docteur Lister, d'ailleurs bon observateur, prétend que le vent d'est général qui se fait sentir entre les tropiques pendant toute l'année, n'est produit que par la respiration de la plante appelée lentille de mer, qui est extrêmement abondante dans ces climats, et que la différence des vents sur la terre ne vient que de la différente disposition des arbres et des forêts; et il donne très-sérieusement cette ridicule imagination pour cause des vents, en disant qu'à l'heure de midi le vent est plus fort parce que les plantes ont plus chaud et respirent l'air plus souvent, et qu'il souffle d'orient en occident, parce que toutes les plantes font un peu le tournesol, et respirent toujours du côté du soleil.

D'autres auteurs, dont les vues étoient plus saines, ont donné pour cause de ce vent constant le mouvement de la terre sur son axe : mais cette opinion n'est que spécieuse, et il est facile de faire comprendre aux gens même les moins initiés en mécanique, que tout fluide qui environneroit la terre ne pourroit avoir aucun mouvement particulier en vertu de la rotation du globe, que l'atmosphère ne peut avoir d'autre mouvement que celui de cette même rotation, et que tout tournant ensemble et à la fois, ce mouvement de rotation est aussi insensible dans l'atmosphère qu'il l'est à la surface de la terre.

La principale cause de ce mouvement constant est, comme nous l'avons dit, la chaleur du soleil; on peut voir sur cela la traité de Halley dans les *Transactions philosophiques;* et en général toutes les causes qui produiront dans l'air une raréfaction ou une condensation considérable, produiront des vents dont les directions seront toujours directes ou opposées aux lieux où sera la plus grande raréfaction ou la plus grande condensation.

La pression des nuages, les exhalaisons de la terre, l'inflammation des météores, la résolution des vapeurs en pluie, etc., sont aussi des causes qui toutes produisent des agitations considérables dans l'atmosphère; chacune de ces causes se combinant de différentes façons, produit des effets différens : il me paroît donc qu'on tenteroit vainement de donner une théorie des vents, et qu'il faut se borner à travailler à en faire l'histoire : c'est dans cette vue que j'ai rassemblé des faits qui pourront y servir.

Si nous avions une suite d'observations sur la direction, la force et la variation des vents, dans les différens climats; si cette suite d'observations étoit exacte et assez étendue pour qu'on pût voir d'un coup d'œil le résultat de ces vicissitudes de l'air dans chaque pays, je ne doute pas qu'on n'arrivât à ce degré de connoissance dont nous sommes encore si fort éloignés, à une méthode par laquelle nous pourrions prévoir et prédire les différens états du ciel et la différence des saisons : mais il n'y a pas assez long-temps qu'on fait des observations météorologiques, il y en a beaucoup moins qu'on les fait avec soin, et il s'en écoulera

peut-être beaucoup avant qu'on sache en employer les résultats, qui sont cependant les seuls moyens que nous ayons pour arriver à quelque connoissance positive sur ce sujet.

Sur la mer les vents sont plus réguliers que sur la terre, parce que la mer est un espace libre, et dans lequel rien ne s'oppose à la direction du vent; sur la terre, au contraire, les montagnes, les forêts, les villes, etc., forment des obstacles qui font changer la direction des vents, et qui souvent produisent des vents contraires aux premiers. Ces vents réfléchis par les montagnes se font souvent sentir dans toutes les provinces qui en sont voisines, avec une impétuosité souvent aussi grande que celle du vent direct qui les produit; ils sont aussi très-irréguliers, parce que leur direction dépend du contour, de la hauteur et de la situation des montagnes qui les réfléchissent. Les vents de mer soufflent avec plus de force et plus de continuité que les vents de terre; ils sont aussi beaucoup moins variables et durent plus long-temps. Dans les vents de terre, quelque violens qu'ils soient, il y a des momens de rémission et quelquefois des instans de repos; dans ceux de mer, le courant d'air est constant et continuel sans aucune interruption: la différence de ces effets dépend de la cause que nous venons d'indiquer.

En général, sur la mer, les vents d'est et ceux qui viennent des pôles sont plus forts que les vents d'ouest et que ceux qui viennent de l'équateur; dans les terres, au contraire, les vents d'ouest et de sud sont plus ou moins violens que les vents d'est et de nord, suivant la situation des climats. Au printemps et en automne les vents sont plus violens qu'en été ou en hiver, tant sur mer que sur terre; on peut en donner plusieurs raisons: 1° le printemps et l'automne sont les saisons des plus grandes marées, et par conséquent les vents que ces marées produisent, sont plus violens dans ces deux saisons; 2° le mouvement que l'action du soleil et de la lune produit dans l'air, c'est-à-dire le flux et le reflux de l'atmosphère, est aussi plus grand dans la saison des équinoxes; 3° la fonte des neiges au printemps, et la résolution des vapeurs que le soleil a élevées pendant l'été, qui retombent en pluies abondantes pendant l'automne, produisent ou du moins augmentent les vents; 4° le passage du chaud au froid, ou du froid au chaud, ne peut se faire sans augmenter ou diminuer considérablement le volume de l'air, ce qui seul doit produire de très-grands vents.

On remarque souvent dans l'air des courans contraires: on voit des nuages qui se meuvent dans une direction, et d'autres nuages plus élevés ou plus bas que les premiers qui se meuvent dans une direction contraire; mais cette contrariété de mouvement ne dure pas long-temps, et n'est ordinairement produite que par la résistance de quelque nuage à l'action du vent, et par la répulsion du vent direct qui règne seul dès que l'obstacle est dissipé.

Les vents sont plus violens dans les lieux élevés que dans les plaines; et plus on monte dans les hautes montagnes, plus la force du vent augmente jusqu'à ce qu'on soit arrivé à la hauteur ordinaire des nuages, c'est-à-dire à environ un quart ou un tiers de lieue de hauteur perpendiculaire: au delà de cette hauteur le ciel est ordinairement serein, au moins pendant l'été, et le vent diminue; on prétend même qu'il est tout-à-fait insensible au sommet des plus hautes montagnes: cependant la plupart de ces sommets, et même les plus élevés, étant couverts de glace et de neige, il est naturel de penser que cette région de l'air est agitée par les vents dans le temps de la chute de ces neiges; ainsi ce ne peut être que pendant l'été que les vents ne s'y font pas sentir. Ne pourroit-on pas dire qu'en été les vapeurs légères qui s'élèvent au sommet de ces montagnes retombent en rosée, au lieu qu'en hiver elles se condensent, se gèlent et retombent en neige ou en glace, ce qui peut produire en hiver des vents au dessus de ces montagnes, quoiqu'il n'y en ait point en été?

Un courant d'air augmente de vitesse comme un courant d'eau, lorsque l'espace de son passage se rétrécit: le même vent qui ne se fait sentir que médiocrement dans une plaine large et découverte, devient violent en passant par une gorge de montagne, ou seulement entre deux bâtimens élevés, et le point de la plus violente action du vent est au dessus de ces mêmes bâtimens, ou de la gorge de la montagne; l'air étant comprimé par la résistance de ces obstacles, a plus de masse, plus de densité; et la même vitesse subsistant, l'effort ou le coup du vent, le *momentum*, en devient beaucoup plus fort. C'est ce qui fait qu'auprès d'une église ou d'une tour les vents semblent être beaucoup plus violens qu'ils ne le sont à une certaine distance de ces édifices. J'ai souvent remarqué que le vent réfléchi par un bâtiment isolé ne laissoit pas d'être bien plus violent que le vent direct qui produisoit ce vent réfléchi; et lorsque j'en ai cherché la raison, je n'en

ai pas trouvé d'autre que celle que je viens de rapporter : l'air chassé se comprime contre le bâtiment et se réfléchit non seulement avec la vitesse qu'il avoit auparavant, mais encore avec plus de masse : ce qui rend en effet son action beaucoup plus violente [1].

A ne considérer que la densité de l'air, qui est plus grande à la surface de la terre que dans tout autre point de l'atmosphère, on seroit porté à croire que la plus grande action du vent devroit être aussi à la surface de la terre, et je crois que cela est en effet ainsi toutes les fois que le ciel est serein : mais lorsqu'il est chargé de nuages, la plus violente action du vent est à la hauteur de ces nuages, qui sont plus denses que l'air, puisqu'ils tombent en forme de pluie ou de grêle. On doit donc dire que la force du vent doit s'estimer non seulement par sa vitesse, mais aussi par la densité de l'air, de quelque cause que puisse provenir cette densité, et qu'il doit arriver souvent qu'un vent qui n'aura pas plus de vitesse qu'un autre vent, ne laissera pas de renverser des arbres et des édifices, uniquement parce que l'air poussé par ce vent sera plus dense. Ceci fait voir l'imperfection des machines qu'on a imaginées pour mesurer la vitesse du vent.

Les vents particuliers, soit qu'ils soient directs ou réfléchis, sont plus violens que les vents généraux. L'action interrompue des vents de terre dépend de cette compression de l'air, qui rend chaque bouffée beaucoup plus violente qu'elle ne le seroit si le vent souffloit uniformément; quelque fort que soit un vent continu, il ne causera jamais les désastres que produit la fureur de ces vents qui soufflent, pour ainsi dire, par accès : nous en donnerons des exemples dans l'article qui suit.

On pourroit considérer les vents et leurs différentes directions sous des points de vue généraux, dont on tireroit peut-être des inductions utiles : par exemple, il me paroît qu'on pourroit diviser les vents par zones; que le vent d'est qui s'étend à environ 25 ou 30 degrés de chaque côté de l'équateur, doit être regardé comme exerçant son action tout autour du globe dans la zone torride : le vent de nord souffle presque aussi constamment dans la zone froide, que le vent d'est dans la zone torride; et on a reconnu qu'à la Terre-de-Feu et dans les endroits les moins éloignés du pôle austral où l'on est parvenu, le vent vient aussi du pôle. Ainsi l'on peut dire que le vent d'est occupant la zone torride, les vents du nord occupent les zones froides; et à l'égard des zones tempérées, les vents qui y règnent ne sont, pour ainsi dire, que des courans d'air, dont le mouvement est composé de ceux de ces deux vents principaux qui doivent produire tous les vents dont la direction tend à l'occident; et à l'égard des vents d'ouest, dont la direction tend à l'orient, et qui règnent souvent dans la zone tempérée, soit dans la mer Pacifique, soit dans l'océan Atlantique, on peut les regarder comme des vents réfléchis par les terres de l'Asie et de l'Amérique, mais dont la première origine est due aux vents d'est et de nord.

Quoique nous ayons dit que, généralement parlant, le vent d'est règne tout autour du globe à environ 25 ou 30 degrés de chaque côté de l'équateur, il est cependant vrai que dans quelques endroits il s'étend à une bien moindre distance, et que sa direction n'est pas partout de l'est à l'ouest; car en deçà de l'équateur il est un peu est-nord-est, et au delà de l'équateur il est est-sud-est; et plus on s'éloigne de l'équateur, soit au nord, soit au sud, plus la direction du vent est oblique : l'équateur est la ligne sous laquelle la direction du vent de l'est à l'ouest est la plus exacte. Par exemple, dans l'océan Indien le vent général d'orient en occident ne s'étend guère au delà de 15 degrés : en allant de Goa au cap de Bonne-

1. Je dois rapporter ici une observation qui me paroît avoir échappé à l'attention des physiciens, quoique tout le monde soit en état de la vérifier; c'est que le vent réfléchi est plus violent que le vent direct, et d'autant plus qu'on est plus près de l'obstacle qui le renvoie. J'en ai fait nombre de fois l'expérience, en approchant d'une tour qui a près de cent pieds de hauteur, et qui se trouve située au nord, à l'extrémité de mon jardin, à Montbard : lorsqu'il souffle un grand vent du midi, on se sent fortement poussé jusqu'à trente pas de la tour; après quoi il y a un intervalle de cinq ou six pas où l'on cesse d'être poussé, et où le vent, qui est réfléchi par la tour, fait, pour ainsi dire, équilibre avec le vent direct : après cela, plus on approche de la tour, et plus le vent qui en est réfléchi est violent; il vous repousse en arrière avec beaucoup plus de force que le vent direct ne vous poussoit en avant. La cause de cet effet, qui est général, et dont on peut faire l'épreuve contre tous les grands bâtimens, contre les collines coupées à plomb, etc., n'est pas difficile à trouver. L'air dans le vent direct n'agit que par sa vitesse et sa masse ordinaire; dans le vent réfléchi, la vitesse est un peu diminuée, mais la masse est considérablement augmentée par la compression que l'air souffre contre l'obstacle qui le réfléchit; et comme la quantité de tout mouvement est composée de la vitesse multipliée par la masse, cette quantité est bien plus grande après la compression qu'auparavant. C'est une masse d'air ordinaire qui vous pousse dans le premier cas, et c'est une masse d'air une ou deux fois plus dense qui vous repousse dans le second cas. (*Add. Buff.*)

Espérance, on ne trouve ce vent d'est qu'au delà de l'équateur, environ au 12e degré de latitude sud, et il ne se fait pas sentir en deçà de l'équateur : mais lorsqu'on est arrivé à ce 12e degré de latitude sud, on a ce vent jusqu'au 28e degré de latitude sud. Dans la mer qui sépare l'Afrique de l'Amérique, il y a un intervalle, qui est depuis le 4e degré de latitude nord jusqu'au 10e ou 11e degré de latitude nord, où ce vent général n'est pas sensible, mais au delà de ce 10e ou 11e degré ce vent règne et s'étend jusqu'au 30e degré.

Il y a aussi beaucoup d'exceptions à faire au sujet des vents moussons, dont le mouvement est alternatif : les uns durent plus ou moins long-temps, les autres s'étendent à de plus grandes ou à de moindres distances ; les autres sont plus ou moins réguliers, plus ou moins violens. Nous rapporterons ici, d'après Varenius, les principaux phénomènes de ces vents. « Dans l'océan Indien, entre l'Afrique et l'Inde jusqu'aux Moluques, les vents d'est commencent à régner au mois de janvier, et durent jusqu'au commencement de juin ; au mois d'août ou de septembre commence le mouvement contraire, et les vents d'ouest règnent pendant trois ou quatre mois ; dans l'intervalle de ces moussons, c'est-à-dire à la fin de juin, au mois de juillet, et au commencement d'août, il n'y a sur cette mer aucun vent fait, et on éprouve de violentes tempêtes qui viennent du septentrion.

« Ces vents sont sujets à de plus grandes variations en approchant des terres ; car les vaisseaux ne peuvent partir de la côte de Malabar, non plus que des autres ports de la côte occidentale de la presqu'île de l'Inde, pour aller en Afrique, en Arabie, en Perse, etc., que depuis le mois de janvier jusqu'au mois d'avril ou de mai : car dès la fin de mai et pendant les mois de juin, de juillet et d'août, il se fait de si violentes tempêtes par les vents de nord ou de nord-est, que les vaisseaux ne peuvent tenir à la mer ; au contraire, de l'autre côté de cette presqu'île, c'est-à-dire sur la mer qui baigne la côte de Coromandel, on ne connoît point ces tempêtes.

« On part de Java, de Ceylan, et de plusieurs endroits, au mois de septembre pour aller aux îles Moluques, parce que le vent d'occident commence alors à souffler dans ces parages ; cependant, lorsqu'on s'éloigne de l'équateur de 15 degrés de latitude australe, on perd ce vent d'ouest et on retrouve le vent général, qui est dans cet endroit un vent de sud-est. On part de même de Cochin, pour aller à Malaca, au mois de mars, parce que les vents d'ouest commencent à souffler dans ce temps. Ainsi ces vents d'occident se font sentir en différens temps dans la mer des Indes : on part, comme l'on voit, dans un temps pour aller de Java aux Moluques, dans un autre temps pour aller de Cochin à Malaca, dans un autre pour aller de Malaca à la Chine, et encore dans un autre pour aller de la Chine au Japon.

« A Banda les vents d'occident finissent à la fin de mars ; il règne des vents variables et des calmes pendant le mois d'avril ; au mois de mai, les vents d'orient recommencent avec une grande violence. A Ceylan les vents d'occident commencent vers le milieu du mois de mars, et durent jusqu'au commencement d'octobre que reviennent les vents d'est, ou plutôt d'est-nord-est. A Madagascar, depuis le milieu d'avril jusqu'à la fin de mai, on a des vents de nord et de nord-ouest ; mais aux mois de février et de mars, ce sont des vents d'orient et de midi. De Madagascar au cap de Bonne-Espérance le vent du nord et les vents collatéraux soufflent pendant les mois de mars et d'avril. Dans le golfe de Bengale, le vent de midi se fait sentir avec violence après le 20 d'avril ; auparavant il règne dans cette mer des vents de sud-ouest ou de nord-ouest. Les vents d'ouest sont aussi très-violens dans la mer de la Chine pendant les mois de juin et de juillet ; c'est aussi la saison la plus convenable pour aller de la Chine au Japon : mais pour revenir du Japon à la Chine, ce sont les mois de février et de mars qu'on préfère, parce que les vents d'est ou de nord-est règnent alors dans cette mer.

« Il y a des vents qu'on peut regarder comme particuliers à de certaines côtes : par exemple, le vent de sud est presque continuel sur les côtes du Chili et du Pérou : il commence au 46e degré ou environ de latitude sud, et il s'étend jusqu'au delà de Panama ; ce qui rend le voyage de Lima à Panama beaucoup plus aisé à faire et plus court que le retour. Les vents d'occident soufflent presque continuellement, ou du moins très-fréquemment, sur les côtes de la terre Magellanique, aux environs du détroit de Le Maire ; sur la côte de Malabar les vents de nord et de nord-ouest règnent presque continuellement ; sur la côte de Guinée le vent de nord-ouest est aussi fort fréquent, et à une certaine distance de cette côte, en pleine mer, on retrouve le vent de nord-est ; les vents d'occident règnent sur

les côtes du Japon aux mois de novembre et de décembre. »

Les vents alternatifs ou périodiques dont nous venons de parler sont des vents de mer; mais il y a aussi des vents de terre qui sont périodiques, et qui reviennent ou dans une certaine saison, ou à de certains jours, ou même à de certaines heures : par exemple, sur la côte de Malabar, depuis le mois de septembre jusqu'au mois d'avril souffle un vent de terre qui vient du côté de l'orient; ce vent commence ordinairement à minuit et finit à midi, et il n'est plus sensible dès qu'on s'éloigne à douze ou quinze lieues de la côte; et depuis midi jusqu'à minuit il règne un vent de mer qui est fort faible, et qui vient de l'occident : sur la côte de la Nouvelle-Espagne en Amérique, et sur celle de Congo en Afrique, il règne des vents de terre pendant la nuit, et des vents de mer pendant le jour : à la Jamaïque les vents soufflent de tous côtés à la fois pendant la nuit, et les vaisseaux ne peuvent alors y arriver sûrement, ni en sortir avant le jour.

En hiver le port de Cochin est inabordable, et il ne peut en sortir aucun vaisseau, parce que les vents y soufflent avec une telle impétuosité, que les bâtimens ne peuvent pas tenir à la mer, et que d'ailleurs le vent d'ouest qui y souffle avec fureur, amène à l'embouchure du fleuve de Cochin une si grande quantité de sable, qu'il est impossible aux navires, et même aux barques, d'y entrer pendant six mois de l'année; mais les vents d'est qui soufflent pendant les six autres mois repoussent ces sables dans la mer, et rendent libre l'entrée de la rivière. Au détroit de Babel-Mandel, il y a des vents de sud-est qui y règnent tous les ans dans la même saison, et qui sont toujours suivis de vents de nord-ouest. A Saint-Domingue il y a deux vents différens qui s'élèvent régulièrement presque chaque jour : l'un, qui est un vent de mer, vient du côté de l'orient, et il commence à dix heures du matin; l'autre, qui est un vent de terre, et qui vient de l'occident, s'élève à six ou sept heures du soir et dure toute la nuit. Il y auroit plusieurs autres faits de cette espèce à tirer des voyageurs, dont la connoissance pourroit peut-être nous conduire à donner une histoire des vents qui seroit un ouvrage très-utile pour la navigation et pour la physique.

Sur l'état de l'air au dessus des hautes montagnes.

* Il est prouvé par des observations constantes et mille fois réitérées, que plus on s'élève au dessus du niveau de la mer ou des plaines, plus la colonne de mercure des baromètres descend, et que par conséquent le poids de la colonne d'air diminue d'autant plus qu'on s'élève plus haut; et comme l'air est un fluide élastique et compressible, tous les physiciens ont conclu de ces expériences du baromètre, que l'air est beaucoup plus comprimé et plus dense dans les plaines qu'il ne l'est au dessus des montagnes. Par exemple, si le baromètre, étant à vingt-sept pouces dans la plaine, tombe à dix-huit pouces au haut de la montagne, ce qui fait un tiers de différence dans le poids de la colonne d'air, on a dit que la compression de cet élément étant toujours proportionnelle au poids incombant, l'air du haut de la montagne est en conséquence d'un tiers moins dense que celui de la plaine, puisqu'il est comprimé par un poids moindre d'un tiers. Mais de fortes raisons me font douter de la vérité de cette conséquence, qu'on a regardée comme légitime et même naturelle.

Faisons pour un moment abstraction de cette compressibilité de l'air que plusieurs causes peuvent augmenter, diminuer, détruire ou compenser; supposons que l'atmosphère soit également dense partout : si son épaisseur n'étoit que de trois lieues, il est sûr qu'en s'élevant à une lieue, c'est-à-dire de la plaine au haut de la montagne, le baromètre étant chargé d'un tiers de moins, descendroit de vingt-sept pouces à dix-huit. Or, l'air, quoique compressible, me paroît être également dense à toutes les hauteurs, et voici les faits et les réflexions sur lesquels je fonde cette opinion.

1° Les vents sont aussi puissans, aussi violens au dessus des plus hautes montagnes que dans les plaines les plus basses; tous les observateurs sont d'accord sur ce fait. Or, si l'air y étoit d'un tiers moins dense, leur action seroit d'un tiers plus foible, et tous les vents ne seroient que des zéphyrs à une lieue de hauteur, ce qui est absolument contraire à l'expérience.

2° Les aigles et plusieurs autres oiseaux, non seulement volent au sommet des plus hautes montagnes, mais même ils s'élèvent encore au dessus à de grandes hauteurs. Or, je demande s'ils pourroient exécuter leur vol ni même se soutenir dans un fluide qui seroit une fois moins dense, et si le poids de

leur corps, malgré tous leurs efforts, ne les ramèneroit pas en bas.

3° Tous les observateurs qui ont grimpé au sommet des plus hautes montagnes conviennent qu'on y respire aussi facilement que partout ailleurs, et que la seule incommodité qu'on y ressent est celle du froid, qui augmente à mesure qu'on s'élève plus haut. Or, si l'air étoit d'un tiers moins dense au sommet des montagnes, la respiration de l'homme, et des oiseaux qui s'élèvent encore plus haut, seroit non seulement gênée, mais arrêtée, comme nous le voyons dans la machine pneumatique dès qu'on a pompé le quart ou le tiers de la masse de l'air contenu dans le récipient.

4° Comme le froid condense l'air autant que la chaleur le raréfie, et qu'à mesure qu'on s'élève sur les hautes montagnes le froid augmente d'une manière très-sensible, n'est-il pas nécessaire que les degrés de la condensation de l'air suivent le rapport du degré du froid? et cette condensation peut égaler et même surpasser celle de l'air des plaines, où la chaleur qui émane de l'intérieur de la terre est bien plus grande qu'au sommet des montagnes, qui sont les pointes les plus avancées et les plus refroidies de la masse du globe. Cette condensation de l'air par le froid, dans les hautes régions de l'atmosphère, doit donc compenser la diminution de densité produite par la diminution de la charge ou poids incombant, et par conséquent l'air doit être aussi dense sur les sommets froids des montagnes que dans les plaines. Je serois même porté à croire que l'air y est plus dense, puisqu'il semble que les vents y soient plus violens, et que les oiseaux qui volent au dessus de ces sommets de montagnes semblent se soutenir dans les airs d'autant plus aisément qu'ils s'élèvent plus haut.

De là je pense qu'on peut conclure que l'air libre est à peu près également dense à toutes les hauteurs, et que l'atmosphère aérienne ne s'étend pas à beaucoup près aussi haut qu'on l'a déterminée, en ne considérant l'air que comme une masse élastique, comprimée par le poids incombant: ainsi l'épaisseur totale de notre atmosphère pourroit bien n'être que de trois lieues, au lieu de quinze ou vingt comme l'ont dit les physiciens[1].

Nous concevons à l'entour de la terre une première couche de l'atmosphère, qui est remplie de vapeurs qu'exhale ce globe, tant par sa chaleur propre que par celle du soleil. Dans cette couche, qui s'étend à la hauteur des nuages, la chaleur que répandent les exhalaisons du globe, produit et soutient une raréfaction qui fait équilibre à la pression de la masse d'air supérieur, de manière que la couche basse de l'atmosphère n'est point aussi dense qu'elle le devroit être à proportion de la pression qu'elle éprouve: mais à la hauteur où cette raréfaction cesse, l'air subit toute la condensation que lui donne le froid de cette région où la chaleur émanée du globe est fort atténuée, et cette condensation paroît même être plus grande que celle que peut imprimer sur les régions inférieures, soutenues par la raréfaction, le poids des couches supérieures; c'est du moins ce que semble prouver un autre phénomène, qui est la condensation et la suspension des nuages dans la couche élevée où nous les voyons se tenir. Au dessous de cette moyenne région, dans laquelle le froid et la condensation commencent, les vapeurs s'élèvent sans être visibles, si ce n'est dans quelques circonstances où une partie de cette couche froide paroît se rabattre jusqu'à la surface de la terre, et où la chaleur émanée de la terre, éteinte pendant quelques momens par des pluies, se ranimant avec plus de force, les vapeurs s'épaississent à l'entour de nous en brumes et en brouillards: sans cela elles ne deviennent visibles que lorsqu'elles arrivent à cette région où le froid les condense en flocons, en nuages, et par là même arrête leur ascension; leur gravité, augmentée à proportion qu'elles sont devenues plus denses, les établissant dans un équilibre qu'elles ne peuvent plus franchir. On voit que les nuages sont généralement plus élevés en été, et constamment encore plus élevés dans les climats chauds; c'est que, dans cette saison et dans ces climats, la couche de l'évaporation de la terre a plus de hauteur: au contraire, dans les plages

1. Albazen, par la durée des crépuscules, a prétendu que la hauteur de l'atmosphère est de 44,331 toises. Kepler, par cette même durée, lui donne 41,110 toises.

M. de La Hire, en parlant de la réfraction horizontale de 32 minutes, établit le terme moyen de la hauteur de l'atmosphère à 34,585 toises.

M. Mariotte, par ses expériences sur la compressibilité de l'air, donne à l'atmosphère plus de 30,000 toises.

Cependant, en ne prenant pour l'atmosphère que la partie de l'air où s'opère la réfraction, ou du moins presque la totalité de la réfraction, M. Bouguer ne trouve que 5158 toises, c'est-à-dire deux lieues et demie ou trois lieues; et je crois ce résultat plus certain et mieux fondé que tous les autres.

glaciales des pôles, où cette évaporation de la chaleur du globe est beaucoup moindre, la couche dense de l'air paroît toucher à la surface de la terre et y retenir les nuages qui ne s'élèvent plus, et enveloppent ces parages d'une brume perpétuelle. (*Add. Buff.*)

Sur quelques vents qui varient régulièrement.

* Il y a de certains climats et de certaines contrées particulières où les vents varient, mais constamment et régulièrement; les uns au bout de six mois, les autres après quelques semaines, et enfin d'autres du jour à la nuit ou du soir au matin. J'ai dit, page 218 de ce volume, « qu'à Saint-Domingue il y a « deux vents différens, qui s'élèvent régu- « lièrement presque chaque jour; que l'un « est un vent de mer qui vient de l'orient, « et que l'autre est un vent de terre qui « vient de l'occident. » M. Fresnaye m'a écrit que je n'avois pas été exactement informé. « Les deux vents réguliers, dit-il, qui soufflent à Saint-Domingue, sont tous deux des vents de mer, et soufflent l'un de l'est le matin, et l'autre de l'ouest le soir, qui n'est que le même vent renvoyé; comme il est évident que c'est le soleil qui le cause, il y a un moment de bourrasque que tout le monde remarque entre une heure et deux de l'après-midi. Lorsque le soleil a décliné, raréfiant l'air de l'ouest, il chasse dans l'est les nuages que le vent du matin avoit confinés dans la partie opposée. Ce sont ces nuages renvoyés, qui, depuis avril et mai jusque vers l'automne, donnent dans la partie du Port-au-Prince les pluies réglées qui viennent constamment de l'est. Il n'y a pas d'habitant qui ne prédise la pluie du soir entre six et neuf heures, lorsque, suivant leur expression, *la brise a été renvoyée.* Le vent d'ouest ne dure pas toute la nuit, il tombe régulièrement vers le soir; et c'est lorsqu'il a cessé, que les nuages poussés à l'orient ont la liberté de tomber, dès que leur poids excède un pareil volume d'air: le vent que l'on sent la nuit est exactement un vent de terre qui n'est ni de l'est ni de l'ouest, mais dépend de la projection de la côte. Au Port-au-Prince, ce vent du midi est d'un froid intolérable dans les mois de janvier et de février: comme il traverse la ravine de la rivière froide, il y est modifié [1]. »

[1]. Note communiquée à M. de Buffon par M. Fresnaye, conseiller au conseil supérieur de Saint-Domingue, en date du 10 mars 1777. (*Add. Buff.*)

Sur les lavanges.

* Dans les hautes montagnes, il y a des vents accidentels qui sont produits par des causes particulières, et notamment par les lavanges. Dans les Alpes, aux environs des glacières, on distingue plusieurs espèces de lavanges. Les unes sont appelées *lavanges venteuses,* parce qu'elles produisent un grand vent; elles se forment lorsqu'une neige nouvellement tombée vient à être mise en mouvement, soit par l'agitation de l'air, soit en fondant par dessous au moyen de la chaleur intérieure de la terre: alors la neige se pelotonne, s'accumule, et tombe en coulant en grosses masses vers le vallon; ce qui cause une grande agitation dans l'air, parce qu'elle coule avec rapidité et en très-grand volume, et les vents que ces masses produisent sont si impétueux, qu'ils renversent tout ce qui s'oppose à leur passage, jusqu'à rompre de gros sapins. Ces lavanges couvrent d'une neige très-fine tout le terrain auquel elles peuvent atteindre, et cette poudre de neige voltige dans l'air au caprice des vents, c'est-à-dire sans direction fixe; ce qui rend ces neiges dangereuses pour les gens qui se trouvent alors en campagne, parce qu'on ne sait pas trop de quel côté tourner pour les éviter, car en peu de momens on se trouve enveloppé et même entièrement enfoui dans la neige.

Une autre espèce de lavanges, encore plus dangereuse que la première, sont celles que les gens du pays appellent *schlaglauwen,* c'est-à-dire *lavanges frappantes;* elles ne surviennent pas aussi rapidement que les premières, et néanmoins elles renversent tout ce qui se trouve sur leur passage, parce qu'elles entraînent avec elles une grande quantité de terres, de pierres, de cailloux, et même des arbres tout entiers, en sorte qu'en passant et en arrivant dans le vallon, elles tracent un chemin de destruction en écrasant tout ce qui s'oppose à leur passage. Comme elles marchent moins rapidement que les lavanges qui ne sont que de neige, on les évite plus aisément: elles s'annoncent de loin; car elles ébranlent, pour ainsi dire, les montagnes et les vallons par leur poids et leur mouvement, qui causent un bruit égal à celui du tonnerre.

Au reste, il ne faut qu'une très-petite cause pour produire ces terribles effets; il suffit de quelques flocons de neige tombés d'un arbre ou d'un rocher, ou même du son des cloches, du bruit d'une arme à feu, pour que quelques portions de neige se détachent

du sommet, se pelotonnent et grossissent en descendant jusqu'à devenir une masse aussi grosse qu'une montagne.

Les habitans des contrées sujettes aux lavanges ont imaginé des précautions pour se garantir de leurs effets; ils placent leurs bâtimens contre quelques petites éminences qui puissent rompre la force de la lavange: ils plantent aussi des bois derrière leurs habitations; on peut voir au mont Saint-Gothard une forêt de forme triangulaire, dont l'angle aigu est tourné vers le mont, et qui semble plantée exprès pour détourner les lavanges et les éloigner du village d'Urseren et des bâtimens situés au pied de la montagne; et il est défendu, sous de grosses peines, de toucher à cette forêt, qui est, pour ainsi dire, la sauvegarde du village. On voit de même, dans plusieurs autres endroits, des murs de précaution dont l'angle aigu est opposé à la montagne, afin de rompre et détourner les lavanges; il y a une muraille de cette espèce à Davis, au pays des Grisons, au dessus de l'église du milieu, comme aussi vers les bains de Leuk ou Louèche en Valais. On voit dans ce même pays des Grisons et dans quelques autres endroits, dans les gorges de montagne, des voûtes de distance en distance, placées à côté du chemin et taillées dans le roc, qui servent aux passagers de refuge contre les lavanges. (*Add. Buff.*)

ARTICLE XV.

Des vents irréguliers, des ouragans, des trombes, et de quelques autres phénomènes causés par l'agitation de la mer et de l'air.

Les vents sont plus irréguliers sur terre que sur mer, et plus irréguliers dans les pays élevés que dans les pays de plaines. Les montagnes non seulement changent la direction des vents, mais même elles en produisent qui sont ou constans ou variables suivant les différentes causes: la fonte des neiges qui sont au dessus des montagnes produit ordinairement des vents constans qui durent quelquefois assez long-temps; les vapeurs qui s'arrêtent contre les montagnes et qui s'y accumulent, produisent des vents variables, qui sont très-fréquens dans tous les climats, et il y a autant de variations dans ces mouvemens de l'air qu'il y a d'inégalités sur la surface de la terre. Nous ne pouvons donc donner sur cela que des exemples, et rapporter les faits qui sont avérés; et comme nous manquons d'observations suivies sur la variation des vents, et même sur celle des saisons dans les différens pays, nous ne prétendons pas expliquer toutes les causes de ces différences, et nous nous bornerons à indiquer celles qui nous paroîtront les plus naturelles et les plus probables.

Dans les détroits, sur toutes les côtes avancées, à l'extrémité et aux environs de tous les promontoires, des presqu'îles et des caps, et dans tous les golfes étroits, les orages sont plus fréquens; mais il y a outre cela des mers beaucoup plus orageuses que d'autres. L'océan Indien, la mer du Japon, la mer Magellanique, celle de la côte d'Afrique au delà des Canaries, et de l'autre côté vers la terre de Natal, la mer Rouge, la mer Vermeille, sont toutes fort sujettes aux tempêtes. L'océan Atlantique est aussi plus orageux que le grand Océan, qu'on a appelé, à cause de sa tranquillité, *mer Pacifique:* cependant cette mer Pacifique n'est absolument tranquille qu'entre les tropiques, et jusqu'au quart environ des zones tempérées; et plus on approche des pôles, plus elle est sujette à des vents variables dont le changement subit cause souvent des tempêtes.

Tous les continens terrestres sont sujets à des vents variables qui produisent souvent des effets singuliers: dans le royaume de Cachemire, qui est environné des montagnes du Caucase, on éprouve à la montagne Pire-Penjale des changemens soudains; on passe, pour ainsi dire, de l'été à l'hiver en moins d'une heure: il y règne deux vents directement opposés, l'un de nord et l'autre de midi, que, selon Bernier, on sent successivement en moins de deux cents pas de distance. La position de cette montagne doit être singulière et mériteroit d'être observée. Dans la presqu'île de l'Inde, qui est traversée du nord au sud par les montagnes de Gate, on a l'hiver d'un côté de ces montagnes, et l'été de l'autre côté dans le même temps, en sorte que sur la côte de Coromandel l'air est serein et tranquille, et fort chaud, tandis qu'à celle de Malabar, quoique sous la même latitude, les pluies, les orages, les tempêtes, rendent l'air aussi froid qu'il peut l'être dans ce climat; et au contraire, lorsqu'on a l'été à Malabar, on a l'hiver à Coromandel. Cette même différence se trouve des deux côtés du cap de Rasalgate en Arabie: dans la partie de la mer qui est au nord du cap, il règne une grande tranquillité, tandis que dans la partie qui

est au sud on éprouve de violentes tempêtes. Il en est encore de même dans l'île de Ceylan : l'hiver et les grands vents se font sentir dans la partie septentrionale de l'île, tandis que dans les parties méridionales il fait un très-beau temps d'été ; et au contraire quand la partie septentrionale jouit de la douceur de l'été, la partie méridionale à son tour est plongée dans un air sombre, orageux et pluvieux. Cela arrive non seulement dans plusieurs endroits du continent des Indes, mais aussi dans plusieurs îles : par exemple, à Céram, qui est une longue île dans le voisinage d'Amboine, on a l'hiver dans la partie septentrionale de l'île, et l'été en même temps dans la partie méridionale, et l'intervalle qui sépare les deux saisons n'est pas de trois ou quatre lieues.

En Égypte il règne souvent pendant l'été des vents du midi qui sont si chauds, qu'ils empêchent la respiration ; ils élèvent une si grande quantité de sable, qu'il semble que le ciel est couvert de nuages épais ; ce sable est si fin et il est chassé avec tant de violence, qu'il pénètre partout, et même dans les coffres les mieux fermés : lorsque ces vents durent plusieurs jours, ils causent des maladies épidémiques, et souvent elles sont suivies d'une grande mortalité. Il pleut très-rarement en Égypte ; cependant tous les ans il y a quelques jours de pluie pendant les mois de décembre, janvier et février. Il s'y forme aussi des brouillards épais qui sont plus fréquens que les pluies, surtout aux environs du Caire : ces brouillards commencent au mois de novembre, et continuent pendant l'hiver ; ils s'élèvent avant le lever du soleil ; pendant toute l'année il tombe une rosée si abondante, lorsque le ciel est serein, qu'on pourrait la prendre pour une petite pluie.

Dans la Perse l'hiver commence en novembre et dure jusqu'en mars : le froid y est assez fort pour y former de la glace, et il tombe beaucoup de neige dans les montagnes, et souvent un peu dans les plaines ; depuis le mois de mars jusqu'au mois de mai il s'élève des vents qui soufflent avec force et qui ramènent la chaleur ; du mois de mai au mois de septembre le ciel est serein, et la chaleur de la saison est modérée pendant la nuit par des vents frais qui s'élèvent tous les soirs, et qui durent jusqu'au lendemain matin ; et en automne il se fait des vents qui, comme ceux du printemps, soufflent avec force ; cependant, quoique ces vents soient assez violens, il est rare qu'ils produisent des ouragans et des tempêtes : mais il s'élève souvent pendant l'été, le long du golfe Persique, un vent très-dangereux que les habitans appellent *Samyel*, et qui est encore plus chaud et plus terrible que celui de l'Égypte dont nous venons de parler ; ce vent est suffocant et mortel ; son action est presque semblable à celle d'un tourbillon de vapeur enflammée, et on ne peut en éviter les effets lorsqu'on s'y trouve malheureusement enveloppé. Il s'élève aussi sur la mer Rouge, en été, et sur les terres de l'Arabie, un vent de même espèce qui suffoque les hommes et les animaux, et qui transporte une si grande quantité de sable, que bien des gens prétendent que cette mer se trouvera comblée avec le temps par l'entassement successif des sables qui y tombent : il y a souvent de ces nuées de sable en Arabie, qui obscurcissent l'air et qui forment des tourbillons dangereux. A la Véra-Cruz, lorsque le vent de nord souffle, les maisons de la ville sont presque enterrées sous le sable qu'un vent pareil amène : il s'élève aussi des vents chauds en été à Négapatan dans la presqu'île de l'Inde, aussi bien qu'à Pétapouli et à Masulipatan. Ces vents brûlans, qui font périr les hommes, ne sont heureusement pas de longue durée, mais ils sont violens ; et plus ils ont de vitesse et plus ils sont brûlans ; au lieu que tous les autres vents rafraîchissent d'autant plus qu'ils ont de vitesse. Cette différence ne vient pas du degré de chaleur de l'air : tant que la chaleur de l'air est moindre que celle du corps des animaux, le mouvement de l'air est rafraîchissant ; mais si la chaleur de l'air est plus grande que celle du corps, alors le mouvement de l'air ne peut qu'échauffer et brûler. A Goa, l'hiver, ou plutôt le temps des pluies et des tempêtes, est aux mois de mai, de juin et de juillet ; sans cela les chaleurs y seroient insupportables.

Le cap de Bonne-Espérance est fameux par ses tempêtes et par le nuage singulier qui les produit : ce nuage ne paroît d'abord que comme une petite tache ronde dans le ciel, et les matelots l'ont appelé *œil de bœuf;* j'imagine que c'est parce qu'il se soutient à une très-grande hauteur qu'il paroît si petit. De tous les voyageurs qui ont parlé de ce nuage, Kolbe me paroît être celui qui l'a examiné avec le plus d'attention : voici ce qu'il en dit, tom. I, pag. 224 et suivantes : « Le nuage qu'on voit sur les montagnes de *la Table,* ou du *Diable*, ou du *Vent,* est composé, si je ne me trompe, d'une infinité de petites par-

ticules poussées premièrement contre les montagnes du Cap, qui sont à l'est, par les vents d'est qui règnent pendant presque toute l'année dans la zone torride; ces particules ainsi poussées sont arrêtées dans leur cours par ces hautes montagnes, et se ramassent sur leur côté oriental; alors elles deviennent visibles, et y forment de petits monceaux ou assemblages de nuages, qui, étant incessamment poussés par le vent d'est, s'élèvent au sommet de ces montagnes. Ils n'y restent pas long-temps tranquilles et arrêtés; contraints d'avancer, ils s'engouffrent entre les collines qui sont devant eux, où ils sont serrés et pressés comme dans une manière de canal : le vent les presse au dessous, et les côtés opposés des deux montagnes les retiennent à droite et à gauche. Lorsqu'en avançant toujours ils parviennent au pied de quelque montagne où la campagne est un peu plus ouverte, ils s'étendent, se déploient, et deviennent de nouveau invisibles; mais bientôt ils sont chassés sur les montagnes par les nouveaux nuages qui sont poussés derrière eux, et parviennent ainsi, avec beaucoup d'impétuosité, sur les montagnes les plus hautes du Cap, qui sont celles du *Vent* et de *la Table*, où règne alors un vent tout contraire : là il se fait un conflit affreux, ils sont poussés par derrière et repoussés par devant; ce qui produit des tourbillons horribles, soit sur les hautes montagnes dont je parle, soit dans la vallée de *la Table*, où ces nuages voudroient se précipiter. Lorsque le vent de nord ouest a cédé le champ de bataille, celui de sud-est augmente et continue de souffler avec plus ou moins de violence pendant son semestre; il se renforce pendant que le nuage de l'œil de bœuf est épais, parce que les particules qui viennent s'y amasser par derrière, s'efforcent d'avancer; il diminue lorsqu'il est moins épais, parce qu'alors moins de particules pressent par derrière; il baisse entièrement lorsque ce nuage ne paroît plus, parce qu'il n'y vient plus de l'est de nouvelles particules, ou qu'il n'en arrive pas assez; le nuage enfin ne se dissipe point, ou plutôt paroît toujours à peu près de même grosseur, parce que de nouvelles matières remplacent par derrière celles qui se dissipent par devant.

« Toutes ces circonstances du phénomène conduisent à une hypothèse qui en explique si bien toutes les parties : 1° Derrière la montagne de *la Table* on remarque une espèce de sentier ou une traînée de légers brouillards blancs, qui, commençant sur la descente orientale de cette montagne, aboutit à la mer, et occupe dans son étendue les montagnes de *Pierre*. Je me suis très-souvent occupé à contempler cette traînée, qui, suivant moi, étoit causée par le passage rapide des particules dont je parle, depuis les montagnes de *Pierre* jusqu'à celle de *la Table*.

« Ces particules, que je suppose, doivent être extrêmement embarrassées dans leur marche par les fréquens chocs et contre-chocs causés non seulement par les montagnes, mais encore par les vents de sud et d'est qui règnent aux lieux circonvoisins du Cap; c'est ici ma seconde observation. J'ai déjà parlé des deux montagnes qui sont situées sur les pointes de la baie *Falzo* ou fausse baie : l'une s'appelle *la Lèvre pendante*, et l'autre *Norwège*. Lorsque les particules que je conçois sont poussées sur ces montagnes par les vents d'est, elles en sont repoussées par les vents de sud, ce qui les porte sur les montagnes voisines; elles y sont arrêtées pendant quelque temps et y paroissent en nuages, comme elles le faisoient sur les deux montagnes de la baie *Falzo*, et même un peu davantage. Ces nuages sont souvent fort épais sur la *Hollande* Hottentote, sur les montagnes de *Stellenbosch*, de *Drakenstein*, et de *Pierre*, mais surtout sur la montagne de *la Table* et sur celle du *Diable*.

« Enfin ce qui confirme mon opinion est que constamment deux ou trois jours avant que les vents de sud-est soufflent, on aperçoit sur *la Tête du lion* de petits nuages noirs qui la couvrent; ces nuages sont, suivant moi, composés des particules dont j'ai parlé : si le vent de nord-ouest règne encore lorsqu'elles arrivent, elles sont arrêtées dans leur course; mais elles ne sont jamais chassées fort loin jusqu'à ce que le vent du sud-est commence. »

Les premiers navigateurs qui ont approché du cap de Bonne-Espérance ignoroient les effets de ces nuages funestes, qui semblent se former lentement, tranquillement, et sans aucun mouvement sensible dans l'air, et qui tout d'un coup lancent la tempête, et causent un orage qui précipite les vaisseaux dans le fond de la mer, surtout lorsque les voiles sont déployées. Dans la terre de Natal il se forme aussi un petit nuage semblable à *l'œil de bœuf* du cap de Bonne-Espérance, et de ce nuage il sort un vent terrible et qui produit les mêmes effets. Dans la mer qui est entre l'Afrique et l'A-

mérique, surtout sous l'équateur et dans les parties voisines de l'équateur, il s'élève très-souvent de ces espèces de tempêtes. Près de la côte de Guinée il se fait quelquefois trois ou quatre orages en un jour : ils sont causés et annoncés, comme ceux du cap de Bonne-Espérance, par de petits nuages noirs; le reste du ciel est ordinairement fort serein, et la mer tranquille. Le premier coup de vent qui sort de ces nuages est furieux, et feroit périr les vaisseaux en pleine mer, si l'on ne prenoit pas auparavant la précaution de caler les voiles. C'est principalement aux mois d'avril, de mai et de juin qu'on éprouve ces tempêtes sur la mer de Guinée, parce qu'il n'y règne aucun vent réglé dans cette saison, et plus bas, en descendant de Loango, la saison de ces orages sur la mer voisine des côtes de Loango est celle des mois de janvier, février, mars et avril. De l'autre côté de l'Afrique, au cap de Guardafui, il s'élève de ces espèces de tempetes au mois de mai, et les nuages qui les produisent sont ordinairement au nord, comme ceux du cap de Bonne-Espérance.

Toutes ces tempêtes sont donc produites par des vents qui sortent d'un nuage, et qui ont une direction, soit du nord au sud, soit du nord-est au sud-ouest, etc. : mais il y a d'autres espèces de tempêtes que l'on appelle des ouragans, qui sont encore plus violentes que celles-ci, et dans lesquelles les vents semblent venir de tous les côtés; ils ont un mouvement de tourbillon et de tournoiement auquel rien ne peut résister. Le calme précède ordinairement ces horribles tempêtes, et la mer paroît alors aussi unie qu'une glace; mais dans un instant la fureur des vents élève les vagues jusqu'aux nues. Il y a des endroits dans la mer où l'on ne peut pas aborder, parce qu'alternativement il y a ou des calmes ou des ouragans de cette espèce : les Espagnols ont appelé ces endroits *calmes* et *tornados*. Les plus considérables sont auprès de la Guinée, à deux ou trois degrés latitude nord : ils ont environ trois cents ou trois cent cinquante lieues de longueur sur autant de largeur, ce qui fait un espace de plus de trois cent mille lieues carrées. Le calme ou les orages sont presque continuels sur cette côte de Guinée, et il y a des vaisseaux qui y ont été retenus trois mois sans pouvoir en sortir.

Lorsque les vents contraires arrivent à la fois dans le même endroit, comme à un centre, ils produisent ces tourbillons et ces tournoiemens d'air par la contrariété de leur mouvement, comme les courans contraires produisent dans l'eau des gouffres ou des tournoiemens : mais lorsque ces vents trouvent en opposition d'autres vents qui contre-balancent de loin leur action, alors ils tournent autour d'un grand espace dans lequel il règne un calme perpétuel; et c'est ce qui forme les calmes dont nous parlons, et desquels il est souvent impossible de sortir. Ces endroits de la mer sont marqués sur les globes de Senex, aussi bien que les directions des différens vents qui règnent ordinairement dans toutes les mers. A la vérité, je serois porté à croire que la contrariété seule des vents ne pourroit pas produire cet effet, si la direction des côtes et la forme particulière du fond de la mer dans ces endroits n'y contribuoient pas; j'imagine donc que les courans causés en effet par les vents, mais dirigés par la forme des côtes et des inégalités du fond de la mer, viennent tous aboutir dans ces endroits, et que leurs directions opposées et contraires forment les *tornados* en question dans une plaine environnée de tous côtés d'une chaîne de montagnes.

Les gouffres ne paroissent être autre chose que des tournoiemens d'eau causés par l'action de deux ou de plusieurs courans opposés. L'Euripe, si fameux par la mort d'Aristote, absorbe et rejette alternativement les eaux sept fois en vingt-quatre heures : ce gouffre est près des côtes de la Grèce. Le Charybde, qui est près du détroit de Sicile, rejette et absorbe les eaux trois fois en vingt-quatre heures. Au reste, on n'est pas trop sûr du nombre de ces alternatives de mouvement dans ces gouffres. Le docteur Placentia, dans son traité qui a pour titre *l'Egeo redivivo*, dit que l'Euripe a des mouvemens irréguliers pendant dix-huit ou dix-neuf jours de chaque mois, et des mouvemens réguliers pendant onze jours; qu'ordinairement il ne grossit que d'un pied, et rarement de deux pieds; il dit aussi que les auteurs ne s'accordent pas sur le flux et le reflux de l'Euripe; que les uns disent qu'il se fait deux fois, d'autres sept, d'autres onze, d'autres douze, d'autres quatorze fois, en vingt-quatre heures; mais que *Loirius* l'ayant examiné de suite pendant un jour entier, il l'avoit observé à chaque six heures d'une manière évidente et avec un mouvement si violent, qu'à chaque fois il pouvoit faire tourner alternativement les roues d'un moulin.

Le plus grand gouffre que l'on connoisse est celui de la mer de Norwège; on assure qu'il a plus de vingt lieues de circuit; il absorbe pendant six heures tout ce qui est dans

son voisinage, l'eau, les baleines, les vaisseaux, et rend ensuite pendant autant de temps tout ce qu'il a absorbé.

Il n'est pas nécessaire de supposer dans le fond de la mer des trous et des abîmes qui engloutissent continuellement les eaux, pour rendre raison de ces gouffres; on sait que quand l'eau a deux directions contraires, la composition de ces mouvemens produit un tournoiement circulaire, et semble former un vide dans le centre de ce mouvement, comme on peut l'observer dans plusieurs endroits auprès des piles qui soutiennent les arches des ponts, surtout dans les rivières rapides : il en est de même des gouffres de la mer, ils sont produits par le mouvement de deux ou plusieurs courans contraires; et comme le flux ou le reflux sont la principale cause des courans, en sorte que pendant le flux ils sont dirigés d'un côté, et que pendant le reflux ils vont en sens contraire, il n'est pas étonnant que les gouffres qui résultent de ces courans attirent et engloutissent pendant quelques heures tout ce qui les environne, et qu'ils rejettent ensuite pendant tout autant de temps tout ce qu'ils ont absorbé.

Les gouffres ne sont donc que des tournoiemens d'eau qui sont produits par des courans opposés, et les ouragans ne sont que des tourbillons ou tournoiemens d'air produits par des vents contraires : ces ouragans sont communs dans la mer de la Chine et du Japon, dans celle des îles Antilles, et en plusieurs autres endroits de la mer, surtout auprès des terres avancées et des côtes élevées; mai ils sont encore plus fréquens sur la terre, et les effets en sont quelquefois prodigieux. « J'ai vu, dit Bellarmin, je ne le croirois pas si je ne l'eusse pas vu, une fosse énorme creusée par le vent, et toute la terre de cette fosse emportée sur un village, en sorte que l'endroit d'où la terre avoit été enlevée paroissoit un trou épouvantable, et que le village fut entièrement enterré par cette terre transportée [1]. » On peut voir dans l'*Histoire de l'Académie des Sciences* et dans les *Transactions philosophiques* le détail des effets de plusieurs ouragans qui paroissent inconcevables, et qu'on auroit de la peine à croire, si les faits n'étoient attestés par un grand nombre de témoins oculaires, véridiques et intelligens.

Il en est de même des trombes, que les navigateurs ne voient jamais sans crainte et sans admiration. Ces trombes sont fort fréquentes auprès de certaines côtes de la Méditerranée, surtout lorsque le ciel est fort couvert, et que le vent souffle en même temps de plusieurs côtés; elles sont plus communes près des caps de Laodicée, de Crecgo et de Carmel, que dans les autres parties de la Méditerranée. La plupart de ces trombes sont autant de cylindres d'eau qui tombent des nues, quoiqu'il semble quelquefois, surtout quand on est à quelque distance, que l'eau de la mer s'élève en haut.

Mais il faut distinguer deux espèces de trombes. La première, qui est la trombe dont nous venons de parler, n'est autre chose qu'une nuée épaisse, comprimée, resserrée et réduite en un petit espace par des vents opposés et contraires, lesquels, soufflant en même temps de plusieurs côtés, donnent à la nuée la forme d'un tourbillon cylindrique, et font que l'eau tombe tout à la fois sous cette forme cylindrique; la quantité d'eau est si grande et la chute en est si précipitée que si malheureusement une de ces trombes tomboit sur un vaisseau, elle le briseroit et le submergeroit dans un instant. On prétend, et cela pourroit être fondé, qu'en tirant sur la trombe plusieurs coups de canon chargés à boulets, on la rompt, et que cette commotion de l'air la fait cesser assez promptement : cela revient à l'effet des cloches qu'on sonne pour écarter les nuages qui portent le tonnerre et la grêle.

L'autre espèce de trombe s'appelle typhon; et plusieurs auteurs ont confondu le typhon avec l'ouragan, surtout en parlant des tempêtes de la mer de la Chine, qui est en effet sujette à tous deux : cependant ils ont des causes bien différentes. Le typhon ne descend pas des nuages comme la première espèce de trombe; il n'est pas uniquement produit par le tournoiement des vents comme l'ouragan : il s'élève de la mer vers le ciel avec une grande violence; et quoique ces typhons ressemblent aux tourbillons qui s'élèvent sur la terre en tournoyant, ils ont une autre origine. On voit souvent, lorsque les vents sont violens et contraires, les ouragans élever des tourbillons de sable, de terre, et souvent ils enlèvent et transportent dans ce tourbillon les maisons, les arbres, les animaux. Les typhons de mer, au contraire, restent dans la même place, et ils n'ont pas d'autre cause que celle des feux souterrains; car la mer est alors dans une grande ébullition, et l'air est si fort rempli d'exhalaisons sulfureuses, que le ciel paroît caché d'une croûte couleur de cuivre, quoiqu'il n'y ait aucun nuage et qu'on puisse

1. Bellarminus, *de ascensu mentis in Deum.*

voir à travers ces vapeurs le soleil et les étoiles : c'est à ces feux souterrains qu'on peut attribuer la tiédeur de la mer de la Chine en hiver, où ces typhons sont très-fréquens[1].

Nous allons donner quelques exemples de la manière dont ils se produisent. Voici ce que dit Thévenot dans son *Voyage du Levant :* « Nous vîmes des trombes dans le golfe Persique entre les îles Quésomo, Laréca et Ormus. Je crois que peu de personnes ont considéré les trombes avec toute l'attention que j'ai faite dans la rencontre dont je viens de parler, et peut-être qu'on n'a jamais fait les remarques que le hasard m'a donné lieu de faire ; je les exposerai avec toute la simplicité dont je fais profession dans tout le récit de mon voyage, afin de rendre les choses plus sensibles et plus aisées à comprendre.

« La première qui parut à nos yeux étoit du côté du nord ou tramontane, entre nous et l'île Quésomo, à la portée d'un fusil du vaisseau ; nous avions alors la proue à grec levant ou nord-est. Nous aperçûmes d'abord en cet endroit l'eau qui bouillonnoit et étoit élevée de la surface de la mer d'environ un pied; elle étoit blanchâtre, et au dessus paroissoit comme une fumée noire un peu épaisse, de manière que cela ressembloit proprement à un tas de paille où l'on auroit mis le feu, mais qui ne feroit encore que fumer : cela faisoit un bruit sourd, semblable à celui d'un torrent qui court avec beaucoup de violence dans un profond vallon ; mais ce bruit étoit mêlé d'un autre un peu plus clair, semblable à un fort sifflement de serpens ou d'oies. Un peu après nous vîmes comme un canal obscur qui avoit assez de ressemblance à une fumée qui va montant aux nues en tournant avec beaucoup de vitesse, et ce canal paroissoit gros comme le doigt, et le même bruit continuoit toujours. Ensuite la lumière nous en ôta la vue, et nous connûmes que cette trombe étoit finie, parce que nous vîmes que cette trombe ne s'élevoit plus, et ainsi la durée n'avoit pas été de plus d'un demi-quart d'heure. Celle-là finie, nous en vîmes une autre du côté du midi, qui commença de la même manière qu'avoit fait la précédente ; presque aussitôt il s'en fit une semblable à côté de celle-ci vers le couchant, et incontinent après une troisième à côté de cette seconde : la plus éloignée des trois pouvoit être à portée du mousquet loin de nous ; elles paroissoient toutes trois comme trois tas de paille hauts d'un pied et demi ou de deux, qui fumoient beaucoup, et faisoient même bruit que la première. Ensuite nous vîmes tout autant de canaux qui venoient depuis les nues sur ces endroits où l'eau étoit élevée, et chacun de ces canaux étoit large par le bout qui tenoit à la nue, comme le large bout d'une trompette, et faisoit la même figure (pour l'expliquer intelligiblement) que peut faire la mamelle ou la tette d'un animal tirée perpendiculairement par quelque poids. Ces canaux paroissoient blancs d'une blancheur blafarde, et je crois que c'étoit l'eau qui étoit dans ces canaux transparens qui les faisoit paroître blancs : car apparemment ils étoient déjà formés avant que de tirer l'eau, selon qu'on peut juger par ce qui suit ; et lorsqu'ils étoient vides, ils ne paroissoient pas, de même qu'un canal de verre fort clair, exposé au jour devant nos yeux à quelque distance, ne paroît pas, s'il n'est rempli de liqueur teinte. Ces canaux n'étoient pas droits, mais courbés en quelques endroits ; même ils n'étoient pas perpendiculaires : au contraire, depuis les nues où ils paroissoient entés jusqu'aux endroits où ils tiroient l'eau, ils étoient fort inclinés; et ce qui est de plus particulier, c'est que la nue où étoit attachée la seconde de ces trois ayant été chassée du vent, ce canal la suivit sans se rompre et sans quitter le lieu où il tiroit l'eau, et passant derrière le canal de la première, ils furent quelque temps croisés comme en sautoir, ou en croix de Saint-André. Au commencement ils étoient tous trois gros comme le doigt, si ce n'est auprès de la nue qu'ils étoient plus gros, comme j'ai déjà remarqué; mais dans la suite celui de la première de ces trois se grossit considérablement : pour ce qui est des deux autres, je n'en ai autre chose à dire, car la dernière formée ne dura guère davantage qu'avoit duré celle que nous avions vue du côté du nord. La seconde du côté du midi dura environ un quart d'heure : mais la première de ce même côté dura un peu davantage, et ce fut celle qui nous donna le plus de crainte; et c'est de celle-là qu'il me reste encore quelque chose à dire. D'abord son canal étoit gros comme le doigt; ensuite il se fit gros comme le bras, et après comme la jambe, et enfin comme un gros tronc d'arbre, autant qu'un homme pourroit embrasser. Nous voyions distinctement au travers de ce corps transparent l'eau qui montoit en serpentant un peu, et quelquefois il diminuoit un peu de grosseur, tantôt par haut et tantôt par bas : pour lors il ressem-

1. Voyez *Acta erud. Lips.* supp., t. I, p. 405.

bloit justement à un boyau rempli de quelque matière fluide que l'on presseroit avec les doigts, ou par haut pour faire descendre cette liqueur, ou par bas pour la faire monter; et je me persuadai que c'étoit la violence du vent qui faisoit ces changemens, faisant monter l'eau fort vite lorsqu'il pressoit le canal par le bas, et la faisant descendre lorsqu'il le pressoit par le haut. Après cela il diminua tellement de grosseur, qu'il étoit plus menu que le bras, comme un boyau qu'on allonge en le tirant perpendiculairement; ensuite il retourna gros comme la cuisse; après il redevint fort menu : enfin je vis que l'eau élevée sur la superficie de la mer commençoit à s'abaisser, et le bout du canal qui lui touchoit, s'en sépara et s'étrécit, comme si on l'eût lié, et alors la lumière qui nous parut par le moyen d'un nuage qui se détourna, m'en ôta la vue. Je ne laissai pas de regarder encore quelque temps si je ne le reverrois point, parce que j'avois remarqué que par trois ou quatre fois le canal de la seconde de ce même côté du midi nous avoit paru se rompre par le milieu, et incontinent après nous le revoyions entier, et ce n'étoit que la lumière qui nous en cachoit la moitié : mais j'eus beau regarder avec toute l'attention possible, je ne revis plus celui-ci, et il ne se fit plus de trombe, etc.

« Ces trombes sont fort dangereuses sur mer; car si elles viennent sur un vaisseau, elles se mêlent dans les voiles, en sorte que quelquefois elles l'enlèvent, et, le laissant ensuite retomber, elles le coulent à fond, et cela arrive particulièrement quand c'est un petit vaisseau ou une barque : tout au moins, si elles n'enlevent pas un vaisseau, elles rompent toutes les voiles, ou bien laissent tomber dedans toute l'eau qu'elles tiennent; ce qui le fait souvent couler à fond. Je ne doute point que ce ne soit par de semblables accidens que plusieurs des vaisseaux dont on n'a jamais eu de nouvelles, ont été perdus, puisqu'il n'y a que trop d'exemples de ceux que l'on a su de certitude avoir péri de cette manière. »

Je soupçonne qu'il y a plusieurs illusions d'optique dans les phénomènes que ce voyageur nous raconte; mais j'ai été bien aise de rapporter les faits tels qu'il a cru les voir, afin qu'on puisse ou les vérifier, ou du moins les comparer avec ceux que rapportent les autres voyageurs. Voici la description qu'en donne Le Gentil dans son *Voyage autour du monde :* « A onze heures du matin, l'air étant chargé de nuages, nous vîmes autour de notre vaisseau, à un quart de lieue environ de distance, six trombes de mer qui se formèrent avec un bruit sourd, semblable à celui que fait l'eau en coulant dans des canaux souterrains; ce bruit s'accrut peu à peu, et ressembloit au sifflement que font les cordages d'un vaisseau lorsqu'un vent impétueux s'y mêle. Nous remarquâmes d'abord l'eau qui bouillonnoit et qui s'élevoit au dessus de la surface de la mer d'environ un pied et demi; il paroissoit au dessus de ce bouillonnement un brouillard, ou plutôt une fumée épaisse, d'une couleur pâle, et cette fumée formoit une espèce de canal qui montoit à la nue.

« Les canaux ou manches de ces trombes se plioient selon que le vent emportoit les nues auxquelles ils étoient attachés; et malgré l'impulsion du vent, non seulement ils ne se détachoient pas, mais encore il sembloit qu'ils s'allongeassent pour les suivre, en s'étrécissant et se grossissant à mesure que le nuage s'élevoit ou se baissoit.

« Ces phénomènes nous causèrent beaucoup de frayeur, et nos matelots, au lieu de s'enhardir, fomentoient leur peur par les contes qu'ils débitoient. Si ces trombes, disoient-ils, viennent à tomber sur notre vaisseau, elle l'enlèveront, et, le laissant ensuite retomber, elles le submergeront. D'autres (et ceux-ci étoient les officiers) répondoient d'un ton décisif qu'elles n'enlèveroient pas le vaisseau, mais que venant à le rencontrer sur leur route, cet obstacle romproit la communication qu'elles avoient avec l'eau de la mer, et qu'étant pleines d'eau, toute l'eau qu'elles renfermeroient tomberoit perpendiculairement sur le tillac du vaisseau et le briseroit.

« Pour prévenir ce malheur, on amena les voiles et on chargea le canon, les gens de mer prétendant que le bruit du canon, agitant l'air, fait crever les trombes et les dissipe : mais nous n'eûmes pas besoin de recourir à ce remède; quand elles eurent couru pendant dix minutes autour du vaisseau, les unes à un quart de lieue, les autres à une moindre distance, nous vîmes que les canaux s'étrécissoient peu à peu, qu'ils se détachèrent de la superficie de la mer, et qu'enfin ils se dissipèrent[1]. »

Il paroît par la description que ces deux voyageurs donnent des trombes, qu'elles sont produites, au moins en partie, par l'action d'un feu ou d'une fumée qui s'élève du fond de la mer avec une grande violence,

[1] Tome I, page 191.

et qu'elles sont fort différentes de l'autre espece de trombe qui est produite par l'action des vents contraires, et par la compression forcée et la résolution subite d'un ou de plusieurs nuages, comme le décrit M. Shaw : « Les trombes, dit-il [1], que j'ai eu occasion de voir, m'ont paru autant de cylindres d'eau qui tomboient des nuées, quoique par la réflexion des colonnes qui descendent, ou par les gouttes qui se détachent de l'eau qu'elles contiennent et qui tombent, il semble quelquefois, surtout quand on en est à quelque distance, que l'eau s'élève de la mer en haut. Pour rendre raison de ce phénomène, on peut supposer que les nuées étant assemblées dans un même endroit par des vents opposés, ils les obligent, en les pressant avec violence, de se condenser et de descendre en tourbillons. »

Il reste beaucoup de faits à acquérir avant qu'on puisse donner une explication complète de ces phénomènes; il me paroît seulement que s'il y a sous les eaux de la mer des terrains mêlés de soufre, de bitume et de minéraux, comme l'on n'en peut guère douter, on peut concevoir que ces matières venant à s'enflammer produisent une grande quantité d'air [2] comme en produit la poudre à canon; que cette quantité d'air nouvellement généré et prodigieusement raréfié s'échappe et monte avec rapidité, ce qui doit élever l'eau et peut produire ces trombes qui s'élèvent de la mer vers le ciel : et de même si, par l'inflammation des matières sulfureuses que contient un nuage, il se forme un courant d'air qui descende perpendiculairement du nuage vers la mer, toutes les parties aqueuses que contient le nuage peuvent suivre le courant d'air et former une trombe qui tombe du ciel sur la mer. Mais il faut avouer que l'explication de cette espèce de trombe, non plus que celle que nous avons donnée par le tournoiement des eaux et la compression des nuages, ne satisfait pas encore à tout; car on aura raison de nous demander pourquoi l'on ne voit pas plus souvent sur la terre, comme sur la mer, de ces espèces de trombes qui tombent perpendiculairement des nuages.

L'*Histoire de l'Académie*, année 1727, fait mention d'une trombe de terre qui parut à Capestan près de Béziers; c'étoit une colonne assez noire qui descendoit d'une nue jusqu'à terre, et diminuoit toujours de largeur en approchant de la terre, où elle se terminoit en pointe; elle obéissoit au vent, qui souffloit de l'ouest au sud-ouest; elle étoit accompagnée d'une espèce de fumée fort épaisse et d'un bruit pareil à celui d'une mer fort agitée, arrachant quantité de rejetons d'olivier, déracinant des arbres et jusqu'à un gros noyer qu'elle transporta jusqu'à quarante ou cinquante pas, et marquant son chemin par une large trace bien battue, où trois carosses de front auroient passé. Il parut une autre colonne de la même figure, mais qui se joignit bientôt à la première; et après que le tout eut disparu, il tomba une grande quantité de grêle.

Cette espèce de trombe paroît être encore différente des deux autres : il n'est pas dit qu'elle contînt de l'eau, et il semble, tant par ce que je viens d'en rapporter, que par l'explication qu'en a donnée M. Andoque, lorsqu'il a fait part de l'observation de ce phénomène à l'Académie, que cette trombe n'étoit qu'un tourbillon de vent épaissi et rendu visible par la poussière et les vapeurs condensées qu'il contenoit. Dans la même histoire, année 1741, il est parlé d'une trombe vue sur le lac de Genève : c'étoit une colonne dont la partie supérieure aboutissoit à un nuage assez noir, et dont la partie inférieure, qui étoit plus étroite, se terminoit un peu au dessus de l'eau. Ce météore ne dura que quelques minutes; et dans le moment qu'il se dissipa, on aperçut une vapeur épaisse qui montoit de l'endroit où il avoit paru, et là même les eaux du lac bouillonnoient et sembloient faire effort pour s'élever. L'air étoit fort calme pendant le temps que parut cette trombe; et lorsqu'elle se dissipa, il ne s'ensuivit ni vent ni pluie. « Avec tout ce que nous savons déjà, dit l'historien de l'Académie, sur les trombes marines, ne seroit-ce pas une preuve de plus qu'elles ne se forment point par le seul conflit des vents, et qu'elles sont presque toujours produites par quelque éruption de vapeurs souterraines, ou même de volcans, dont on sait d'ailleurs que le fond de la mer n'est pas exempt? Les tourbillons d'air et les ouragans qu'on croit communément être la cause de ces sortes de phénomènes, pourroient donc bien n'en être que l'effet ou une suite accidentelle. »

Sur la violence des vents du midi dans quelques contrées septentrionales.

* Les voyageurs russes ont observé qu'à l'entrée du territoire de Milim, il y a sur le

1. Tome II, page 56.
2. Voyez l'*Analyse de l'air* de M. Hales, et le *Traité de l'artillerie* de M. Robins.

bord de la Lena, à gauche, une grande plaine entièrement couverte d'arbres renversés, et que tous ces arbres sont couchés du sud au nord en ligne droite, sur une étendue de plusieurs lieues; en sorte que tout ce district, autrefois couvert d'une épaisse forêt, est aujourd'hui jonché d'arbres dans cette même direction du sud au nord. Cet effet des vents méridionaux dans le nord a aussi été remarqué ailleurs. Dans le Groenland, principalement en automne, il règne des vents si impétueux, que les maisons s'en ébranlent et se fendent; les tentes et les bateaux en sont emportés dans les airs. Les Groenlandois assurent même que quand ils veulent sortir pour mettre leurs canots à l'abri, ils sont obligés de ramper sur le ventre, de peur d'être le jouet des vents. En été, on voit s'élever de semblables tourbillons, qui bouleversent les flots de la mer, et font pirouetter les bateaux. Les plus fières tempêtes viennent du sud, tournent au nord et s'y calment : c'est alors que la glace des baies est enlevée de son lit, et se disperse sur la mer en monceaux. (*Add. Buff.*)

Sur les trombes.

* M. de La Nux, que j'ai déjà eu occasion de citer plusieurs fois dans mon ouvrage, et qui a demeuré plus de quarante ans dans l'île de Bourbon, s'est trouvé à portée de voir un grand nombre de trombes, sur lesquelles il a bien voulu me communiquer ses observations, que je crois devoir donner ici par extrait.

Les trombes que cet observateur a vues, se sont formées, 1° dans des jours calmes et des intervalles de passage du vent de la partie du nord à celle du sud, quoiqu'il en ait vu une qui s'est formée avant ce passage du vent à l'autre, et dans le courant même d'un vent de nord, c'est-à-dire assez long-temps avant que ce vent eût cessé; le nuage duquel cette trombe dépendoit, et auquel elle tenoit, étoit encore violemment poussé; le soleil se montroit en même temps derrière lui, eu égard à la direction du vent : c'étoit le 6 janvier, vers les onze heures du matin.

2° Ces trombes se sont formées pendant le jour, dans des nuées détachées, fort épaisses en apparence, bien plus étendues que profondes, et bien terminées par dessous parallèlement à l'horizon, le dessous de ces nuées paroissant toujours fort noir.

3° Toutes ces trombes se sont montrées d'abord sous la forme de cônes renversés, dont les bases étoient plus ou moins larges.

4° De ces différentes trombes qui s'annonçoient par ces cônes renversés, et qui quelquefois tenoient au même nuage, quelques-unes n'ont pas eu leur entier effet : les unes se sont dissipées à une petite distance de nuage; les autres sont descendues vers la surface de la mer, et en apparence fort près, sous la forme d'un long cône aplati, très-étroit et pointu par le bas. Dans le centre de ce cône, et sur toute sa longueur, régnoit un canal blanchâtre, transparent et d'un tiers environ du diamètre du cône, dont les deux côtés étoient fort noirs, surtout dans le commencement de leur apparence.

Elles ont été observées d'un point de l'île de Bourbon élevé de cent cinquante toises au dessus du niveau de la mer, et elles étoient, pour la plupart, à trois, quatre, ou cinq lieues de distance de l'endroit de l'observation, qui étoit la maison même de l'observateur.

Voici la description détaillée de ces trombes.

Quand le bout de la *manche*, qui pour lors est fort pointu, est descendu environ au quart de la distance du nuage à la mer, on commence à voir sur l'eau, qui d'ordinaire est calme et d'un blanc transparent, une petite noirceur circulaire, effet du frémissement (ou tournoiement) de l'eau : à mesure que la pointe de cette manche descend, l'eau bouillonne, et d'autant plus que cette pointe approche de plus près la surface de la mer, et l'eau de la mer s'élève successivement en tourbillon, à plus ou moins de hauteur, et d'environ vingt pieds dans les plus grosses trombes. Le bout de la manche est toujours au dessus du tourbillon, dont la grosseur est proportionnée à celle de la trombe qui le fait mouvoir. Il ne paroît pas que le bout de la manche atteigne jusqu'à la surface de la mer, autrement qu'en se joignant au tourbillon qui s'élève.

On voit quelquefois sortir du même nuage de gros et de petits cônes de trombes; il y en a qui ne paroissent que comme des filets, d'autres un peu plus forts. Du même nuage on voit sortir assez souvent dix ou douze petites trombes toutes complètes, dont la plupart se dissipent très-près de leur sortie, et remontent visiblement à leur nuage : dans ce dernier cas, la manche s'élargit tout à coup jusqu'à l'extrémité inférieure, et ne paroît plus qu'un cylindre suspendu au nuage, déchiré par en bas, et de peu de longueur.

Les trombes à large base, c'est-à-dire les grosses trombes, s'élargissent insensiblement

dans toute leur longueur et par le bas qui paroît s'éloigner de la mer et se rapprocher de la nue. Le tourbillon qu'elles excitent sur l'eau diminue peu à peu, et bientôt la manche de cette trombe s'élargit dans sa partie inférieure et prend une forme presque cylindrique : c'est dans cet état que des deux côtés élargis du canal on voit comme de l'eau entrer en tournoyant vivement et abondamment dans le nuage; et c'est enfin par le raccourcissement successif de cette espèce de cylindre que finit l'apparence de la trombe.

Les plus grosses trombes se dissipent le moins vite, quelques-unes des plus grosses durent plus d'une demi-heure.

On voit assez ordinairement tomber de fortes ondées, qui sortent du même endroit du nuage d'où sont sorties et auxquelles tiennent encore quelquefois les trombes : ces ondées cachent souvent aux yeux celles qui ne sont pas encore dissipées. J'en ai vu, dit M. de La Nux, deux le 26 octobre 1775, très-distinctement, au milieu d'une ondée qui devint si forte, qu'elle m'en déroba la vue.

Le vent, ou l'agitation de l'air inférieur sous la nuée, ne rompt ni les grosses ni les petites trombes; seulement cette impulsion les détourne de la perpendiculaire : les plus petites forment des courbes très-remarquables, et quelquefois des sinuosités ; en sorte que leur extrémité qui aboutissoit à l'eau de la mer, étoit fort éloignée de l'aplomb de l'autre extrémité qui étoit dans le nuage.

On ne voit plus de nouvelles trombes se former lorsqu'il est tombé de la pluie des nuages d'où elles partent.

« Le 14 juin de l'année 1756, sur les quatre heures après midi, j'étois, dit M. de La Nux, au bord de la mer, élevé de vingt à vingt-cinq pieds au dessus de son niveau. Je vis sortir d'un même nuage douze à quatorze trombes complètes, dont trois seulement considérables, et surtout la dernière. Le canal du milieu de la manche étoit si transparent, qu'à travers je voyais les nuages que derrière elle, à mon égard, le soleil éclairoit. Le nuage, magasin de tant de trombes, s'étendoit à peu près du sud-est au nord-ouest, et cette grosse trombe, dont il s'agit uniquement ici, me restoit vers le sud-sud-ouest : le soleil étoit déjà fort bas, puisque nous étions dans les jours les plus courts. Je ne vis point d'ondées tomber du nuage : son élévation pouvoit être de cinq ou six cents toises au plus. »

Plus le ciel est chargé de nuages, et plus il est aisé d'observer les trombes et toutes les apparences qui les accompagnent.

M. de La Nux pense, peut-être avec raison, que ces trombes ne sont que des portions visqueuses du nuage, qui sont entraînées par différens tourbillons, c'est-à-dire par des tournoiemens de l'air supérieur engouffré dans les masses des nuées dont le nuage total est composé.

Ce qui paroît prouver que ces trombes sont composées de parties visqueuses, c'est leur ténacité, et, pour ainsi dire, leur cohérence; car elles font des inflexions et des courbures, même en sens contraire, sans se rompre : si cette matière des trombes n'étoit pas visqueuse, pourroit-on concevoir comment elles se courbent et obéissent aux vents, sans se rompre ? Si toutes les parties n'étoient pas fortement adhérentes entre elles, le vent les dissiperoit, ou tout au moins les feroit changer de forme ; mais comme cette forme est constante dans les trombes grandes et petites, c'est un indice presque certain de la ténacité visqueuse de la matière qui les compose.

Ainsi le fond de la matière des trombes est une substance visqueuse contenue dans les nuages, et chaque trombe est formée par un tourbillon d'air qui s'engouffre entre les nuages, et boursouflant le nuage inférieur, le perce et descend avec son enveloppe de matière visqueuse; et comme les trombes qui sont complètes descendent depuis le nuage jusque sur la surface de la mer, l'eau frémira, bouillonnera, tourbillonnera à l'endroit vers leqnel le bout de la trombe sera dirigé par l'effet de l'air qui sort de l'extrémité de la trombe comme du tuyau d'un soufflet : les effets de ce soufflet sur la mer augmenteront à mesure qu'il s'en approchera, et que l'orifice de cette espèce de tuyau, s'il vient à s'élargir, laissera sortir plus d'air.

On a cru mal à propos que les trombes enlevoient l'eau de la mer, et qu'elles en renfermoient une grande quantité : ce qui a fortifié ce préjugé, ce sont les pluies, ou plutôt les averses qui tombent souvent aux environs des trombes. Le canal du milieu de toutes les trombes est toujours transparent, de quelque côté qu'on les regarde : si l'eau de la mer paroît monter, ce n'est pas dans ce canal, mais seulement dans ses côtés; presque toutes les trombes souffrent des inflexions, et ces inflexions se font souvent en sens contraire, en forme d'S, dont la tête est au nuage et la queue à la mer. Les espèces de trombes dont nous venons

de parler ne peuvent donc contenir de l'eau, ni pour la verser à la mer, ni pour la monter au nuage : ainsi ces trombes ne sont à craindre que par l'impétuosité de l'air qui sort de leur orifice inférieur ; car il paroîtra certain à tous ceux qui auront occasion d'observer ces trombes, qu'elles ne sont composées que d'un air engouffré dans un nuage visqueux, et déterminé par son tournoiement vers la surface de la mer.

M. de La Nux a vu des trombes autour de l'île de Bourbon dans les mois de janvier, mai, juin, octobre, c'est-à-dire en toutes saisons ; il en a vu dans des temps calmes et pendant de grands vents : mais néanmoins on peut dire que ces phénomènes ne se montrent que rarement, et ne se montrent guère que sur la mer, parce que la viscosité des nuages ne peut provenir que des parties bitumineuses et grasses que la chaleur du soleil et les vents enlèvent à la surface des eaux de la mer, et qui se trouvent rassemblées dans des nuages assez voisins de sa surface ; c'est par cette raison qu'on ne voit pas de pareilles trombes sur la terre, où il n'y a pas, comme sur la surface de la mer, une abondante quantité de parties bitumineuses et huileuses que l'action de la chaleur pourroit en détacher. On en voit cependant quelquefois sur la terre, et même à de grandes distances de la mer ; ce qui peut arriver lorsque les nuages visqueux sont poussés rapidement par un vent violent de la mer vers les terres. M. de Grignon a vu au mois de juin 1768, en Lorraine, près de Vauvillier, dans les coteaux qui sont une suite de l'empiètement des Vosges, une trombe très-bien formée ; elle avoit environ cinquante toises de hauteur ; sa forme étoit celle d'une colonne, et elle communiquoit à un gros nuage fort épais, et poussé par un ou plusieurs vents violens, qui faisoient tourner rapidement la trombe, et produisoient des éclairs et des coups de tonnerre. Cette trombe ne dura que sept ou huit minutes, et vint se briser sur la base du coteau, qui est élevé de cinq ou six cents pieds [1].

Plusieurs voyageurs ont parlé des trombes de mer, mais personne ne les a si bien observées que M. de La Nux. Par exemple, ces voyageurs disent qu'il s'élève au dessus de la mer une fumée noire, lorsqu'il se forme quelques trombes ; nous pouvons assurer que cette apparence est trompeuse, et ne dépend que de la situation de l'observateur : s'il est placé dans un lieu assez élevé pour que le tourbillon qu'une trombe excite sur l'eau ne surpasse pas à ses yeux l'horizon sensible, il ne verra que de l'eau s'élever et retomber en pluie, sans aucun mélange de fumée, et on le reconnoîtra avec la dernière évidence, si le soleil éclaire le lieu du phénomène.

Les trombes dont nous venons de parler n'ont rien de commun avec les bouillonnemens et les fumées que les feux sous-marins excitent quelquefois, et dont nous avons fait mention ailleurs ; ces trombes ne renferment ni n'excitent aucune fumée. Elles sont assez rares partout : seulement les lieux de la mer où l'on en voit le plus souvent sont les plages des climats chauds, et en même temps celles où les calmes sont ordinaires et où les vents sont le plus inconstans ; elles sont peut-être aussi plus fréquentes près les îles et vers les côtes que dans la pleine mer. (*Add. Buff.*)

1. Note communiquée par M. de Grignon à M. de Buffon, le 6 août 1777.

ARTICLE XVI.

Des volcans et des tremblemens de terre.

Les montagnes ardentes qu'on appelle *volcans* renferment dans leur sein le soufre, le bitume et les matières qui servent d'aliment à un feu souterrain, dont l'effet, plus violent que celui de la poudre ou du tonnerre, a de tout temps étonné, effrayé les hommes et désolé la terre. Un volcan est un canon d'un volume immense, dont l'ouverture a souvent plus d'une demi-lieue : cette large bouche à feu vomit des torrens de fumée et de flammes, des fleuves de bitume, de soufre et de métal fondu, des nuées de cendres et de pierres, et quelquefois elle lance à plusieurs lieues de distance des masses de rochers énormes, et que toutes les forces humaines réunies ne pourroient pas mettre en mouvement. L'embrasement est si terrible, et la quantité des matières ardentes, fondues, calcinées, vitrifiées, que la montagne rejette, est si abondante, qu'elles enterrent les villes, les forêts, couvrent les campagnes de cent et de deux cents pieds d'épaisseur, et forment quelquefois des collines et des montagnes qui ne sont que des monceaux de ces matières entassées. L'action de ce feu est si grande, la force de l'explosion est si violente, qu'elle produit par sa réaction des secousses assez fortes pour ébranler et faire trembler la terre, agiter la mer, renverser les montagnes, détruire les villes et les édi-

fices les plus solides, à des distances même très-considérables.

Ces effets, quoique naturels, ont été regardés comme des prodiges; et quoiqu'on voie en petit des effets du feu assez semblables à ceux des volcans, le grand, de quelque nature qu'il soit, a si fort le droit de nous étonner, que je ne suis pas surpris que quelques auteurs aient pris ces montagnes pour les soupiraux d'un feu central, et le peuple pour les bouches de l'enfer. L'étonnement produit la crainte et la crainte fait naître la superstition : les habitans de l'île d'Islande croient que les mugissemens de leur volcan sont les cris des damnés, et que leurs éruptions sont les effets de la fureur et du désespoir de ces malheureux.

Tout cela n'est cependant que du bruit, du feu et de la fumée : il se trouve dans une montagne des veines de soufre, de bitume et d'autres matières inflammables; il s'y trouve en même temps des minéraux, des pyrites, qui peuvent fermenter et qui fermentent en effet toutes les fois qu'elles sont exposées à l'air ou à l'humidité; il s'en trouve ensemble une très-grande quantité; le feu s'y met et cause une explosion proportionnée à la quantité des matières enflammées, et dont les effets sont aussi plus ou moins grands dans la même proportion: voilà ce que c'est qu'un volcan pour un physicien, et il lui est facile d'imiter l'action de ces feux souterrains, en mêlant ensemble une certaine quantité de soufre et de limaille de fer qu'on enterre à une certaine profondeur, et de faire ainsi un petit volcan dont les effets sont les mêmes, proportion gardée, que ceux des grands; car il s'enflamme par la seule fermentation, il jette la terre et les pierres dont il est couvert, et il fait de la fumée, de la flamme et des explosions.

Il y a en Europe trois fameux volcans, le mont Etna en Sicile, le mont Hécla en Islande et le mont Vésuve en Italie près de Naples. Le mont Etna brûle depuis un temps immémorial; ses éruptions sont très-violentes, et les matières qu'il rejette si abondantes, qu'on peut y creuser jusqu'à soixante-huit pieds de profondeur, où l'on a trouvé des pavés de marbre et des vestiges d'une ancienne ville qui a été couverte et enterrée sous cette épaisseur de terre rejetée, de la même façon que la ville d'Héraclée a été couverte par les matières rejetées du Vésuve. Il s'est formé de nouvelles bouches de feu dans l'Etna en 1650, 1669 et en d'autres temps. On voit les flammes et les fumées de ce volcan depuis Malte, qui en est à soixante lieues : il s'en élève continuellement de la fumée, et il y a des temps où cette montagne ardente vomit avec impétuosité des flammes et des matières de toute espèce. En 1537, il y eut une éruption de ce volcan qui causa un tremblement de terre dans toute la Sicile pendant douze jours, et qui renversa un très-grand nombre de maisons et d'édifices; il ne cessa que par l'ouverture d'une nouvelle bouche à feu, qui brûla tout à cinq lieues aux environs de la montagne; les cendres rejetées par le volcan étoient si abondantes et lancées avec tant de force, qu'elles furent portées jusqu'en Italie, et des vaisseaux qui étoient éloignés de la Sicile en furent incommodés. Fazelli décrit fort au long les embrasemens de cette montagne, dont il dit que le pied a cent lieues de circuit.

Ce volcan a maintenant deux bouches principales : l'une est plus étroite que l'autre. Ces deux ouvertures fument toujours, mais on n'y voit jamais de feu que dans le temps des éruptions : on prétend qu'on a trouvé des pierres qu'il a lancées jusqu'à soixante mille pas.

En 1683, il arriva un terrible tremblement en Sicile, causé par une violente éruption de ce volcan; il détruisit entièrement la ville de Catane et fit périr plus de soixante mille personnes dans cette ville seule, sans compter ceux qui périrent dans les autres villes et villages voisins.

L'Hécla lance ses feux à travers les glaces et les neiges d'une terre gelée; ses éruptions sont cependant aussi violentes que celles de l'Etna et des autres volcans des pays méridionaux. Il jette beaucoup de cendres, des pierres ponces et quelquefois, dit-on, de l'eau bouillante; on ne peut pas habiter à six lieues de distance de ce volcan, et toute l'île d'Islande est fort abondante en soufre. On peut voir l'histoire des violentes éruptions de l'Hécla dans Dithmar Bleffken.

Le mont Vésuve, à ce que disent les historiens, n'a pas toujours brûlé et il n'a commencé que du temps du septième consulat de Tite Vespasien et de Flavius Domitien : le sommet s'étant ouvert, ce volcan rejeta d'abord des pierres et des rochers et ensuite du feu et des flammes en si grande abondance, qu'elles brûlèrent deux villes voisines, et des fumées si épaisses qu'elles obscurcissoient la lumière du soleil. Pline, voulant examiner cet incendie de trop près,

fut étouffé par la fumée[1]. Dion Cassius rapporte que cette éruption du Vésuve fut si violente, qu'il jeta des cendres et des fumées sulfureuses en si grande quantité et avec tant de force, qu'elles furent portées jusqu'à Rome, et même au delà de la mer Méditerranée en Afrique et en Egypte. L'une des deux villes qui fut couverte des matières rejetées par ce premier incendie du Vésuve, est celle d'Héraclée, qu'on a retrouvée dans ces derniers temps à plus de soixante pieds de profondeur sous ces matières, dont la surface étoit devenue, par la succession du temps, une terre labourable et cultivée. La relation de la découverte d'Héraclée est entre les mains de tout le monde : il seroit seulement à désirer que quelqu'un versé dans l'histoire naturelle et la physique, prît la peine d'examiner les différentes matières qui composent cette épaisseur de terrain de soixante pieds; qu'il fît en même temps attention à la disposition et à la situation de ces mêmes matières, aux altérations qu'elles ont produites ou souffertes elles-mêmes, à la direction qu'elles ont suivie, à la dureté qu'elles ont acquise, etc.

Il y a apparence que Naples est situé sur un terrain creux et rempli de minéraux brûlans, puisque le Vésuve et la Solfatare semblent avoir des communications intérieures; car quand le Vésuve brûle, la Solfatare jette des flammes; et lorsqu'il cesse, la Solfatare cesse aussi. La ville de Naples est à peu près à égale distance entre les deux.

Une des dernières et des plus violentes éruptions du Vésuve a été celle de l'année 1737; la montagne vomissoit par plusieurs bouches de gros torrens de matières métalliques fondues et ardentes, qui se répandoient dans la campagne et s'alloient jeter dans la mer. M. de Montealègre, qui communiqua cette relation à l'Académie des Sciences, observa avec horreur un de ces fleuves de feu, et vit que son cours étoit de six ou sept milles depuis sa source jusqu'à la mer, sa largeur de cinquante ou soixante pas, sa profondeur de vingt-cinq ou trente palmes et, dans certains fonds ou vallées, de cent vingt; la matière qu'il rouloit étoit semblable à l'écume qui sort du fourneau d'une forge, etc.[2].

En Asie, surtout dans les îles de l'océan Indien, il y a un grand nombre de volcans; l'un des plus fameux est le mont Albours auprès du mont Taurus, à huit lieues de Hérat : son sommet fume continuellement et il jette fréquemment des flammes et d'autres matières en si grande abondance, que toute la campagne aux environs est couverte de cendres. Dans l'île de Ternate il y a un volcan qui rejette beaucoup de matière semblable à la pierre ponce. Quelques voyageurs prétendent que ce volcan est plus enflammé et plus furieux dans le temps des équinoxes que dans les autres saisons de l'année, parce qu'il règne alors de certains vents qui contribuent à embraser la matière qui nourrit ce feu depuis tant d'années. L'île de Ternate n'a que sept lieues de tour et n'est qu'un sommet de montagne; on monte toujours depuis le rivage jusqu'au milieu de l'île, où le volcan s'élève à une hauteur très-considérable et à laquelle il est très-difficile de parvenir. Il coule plusieurs ruisseaux d'eau douce qui descendent sur la croupe de cette même montagne; et lorsque l'air est calme et que la saison est douce, ce gouffre embrasé est dans une moindre agitation que quand il fait de grands vents et des orages. Ceci confirme ce que j'ai dit dans le discours précédent, et semble prouver évidemment que le feu qui consume les volcans ne vient pas de la profondeur de la montagne, mais du sommet ou du moins d'une profondeur assez petite, et que le foyer de l'embrasement n'est pas éloigné du sommet du volcan; car si cela n'étoit pas ainsi, les grands vents ne pourroient pas contribuer à leur embrasement. Il y a quelques autres volcans dans les Moluques. Dans l'une des îles Maurices, à soixante-dix lieues des Moluques, il y a un volcan dont les effets sont aussi violens que ceux de la montagne de Ternate. L'île de Sorea, l'une des Moluques, étoit autrefois habitée; il y avoit au milieu de cette île un volcan, qui étoit une montagne très-élevée. En 1693, ce volcan vomit du bitume et des matières enflammées en si grande quantité, qu'il se forma un lac ardent qui s'étendit peu à peu, et toute l'île fut abîmée et disparut. Au Japon, il y a aussi plusieurs volcans, et dans les îles voisines du Japon les navigateurs ont remarqué plusieurs montagnes dont les sommets jettent des flammes pendant la nuit et de la fumée pendant le jour. Aux îles Philippines il y a aussi plusieurs montagnes ardentes. Un des plus fameux volcans des îles de l'océan Indien, et en même temps un des plus nouveaux, est celui qui est près de la ville de Panaru-

1. Voyez l'Épître de Pline le jeune à Tacite.

2. Voyez l'*Histoire de l'Académie*, année 1737, pages 7 et 8.

can dans l'île de Java : il s'est ouvert en 1586; on n'avoit pas mémoire qu'il eût brûlé auparavant; et à la première éruption il poussa une énorme quantité de soufre, de bitume et de pierres. La même année, le mont Gounapi dans l'île de Banda, qui brûloit seulement depuis dix-sept ans, s'ouvrit et vomit avec un bruit affreux des rochers et des matières de toute espèce. Il y a encore quelques autres volcans dans les Indes, comme à Sumatra et dans le nord de l'Asie, au delà du fleuve Jénisca et de la rivière de Pésida : mais ces deux derniers volcans ne sont pas bien reconnus.

En Afrique il y a une montagne, ou plutôt une caverne appelée Beniguazeval, auprès de Fez, qui jette toujours de la fumée, et quelquefois des flammes. L'une des îles du cap Vert, appelée l'île de Fuogue, n'est qu'une grosse montagne qui brûle continuellement : ce volcan rejette, comme les autres, beaucoup de cendres et de pierres; et les Portugais, qui ont plusieurs fois tenté de faire des habitations dans cette île, ont été contraints d'abandonner leur projet par la crainte des effets du volcan. Aux Canaries, le pic de Ténériffe, autrement appelé la montagne de Teide, qui passe pour être l'une des plus hautes montagnes de la terre, jette du feu, des cendres et de grosses pierres : du sommet coulent des ruisseaux de soufre fondu du côté du sud à travers les neiges; ce soufre se coagule bientôt, et forme des veines dans la neige, qu'on peut distinguer de fort loin.

En Amérique il y a un très-grand nombre de volcans, et surtout dans les montagnes du Pérou et du Mexique : celui d'Aréquipa est un des plus fameux; il cause souvent des tremblemens de terre plus communs dans le Pérou que dans aucun autre pays du monde. Le volcan de Carrapa et celui de Malahallo sont, au rapport des voyageurs les plus considérables après celui d'Aréquipa ; mais il y en a beaucoup d'autres dont on n'a pas une connoissance exacte. M. Bouguer, dans la relation qu'il a donnée de son voyage au Pérou, dans le volume des *Mémoires de l'Académie* de l'année 1744, fait mention de deux volcans, l'un appelé Cotopaxi, et l'autre Pichincha ; le premier est à quelque distance et l'autre est très-voisin de la ville de Quito : il a même été témoin d'un incendie de Cotopaxi en 1742, et de l'ouverture qui se fit dans cette montagne d'une nouvelle bouche à feu; cette éruption ne fit cependant d'autre mal que celui de fondre les neiges de la montagne, et de produire ainsi des torrens d'eau si abondans, qu'en moins de trois heures ils inondèrent un pays de dix-huit lieues d'étendue, et renversèrent tout ce qui se trouva sur leur passage.

Au Mexique il y a plusieurs volcans dont les plus considérables sont Popochampèche et Popocatepec : ce fut auprès de ce dernier volcan que Cortez passa pour aller au Mexique, et il y eut des Espagnols qui montèrent jusqu'au sommet, où ils virent la bouche du volcan qui a environ une demi-lieue de tour. On trouve aussi de ces montagnes de soufre à la Guadeloupe, à Tercère et dans les autres îles des Açores; et si on vouloit mettre au nombre des volcans toutes les montagnes qui fument ou desquelles il s'élève même des flammes, on pourroit en compter plus de soixante : mais nous n'avons parlé que de ces volcans redoutables auprès desquels on n'ose habiter, et qui rejettent des pierres et des matières minérales à une grande distance.

Ces volcans, qui sont en si grand nombre dans les Cordilières, causent, comme je l'ai dit, des tremblemens de terre presque continuels, ce qui empêche qu'on y bâtisse avec de la pierre au dessus du premier étage; et pour ne pas risquer d'être écrasés, les habitans de ces parties du Pérou ne construisent les étages supérieurs de leurs maisons qu'avec des roseaux et du bois léger. Il y a aussi dans ces montagnes plusieurs précipices et de larges ouvertures dont les parois sont noires et brûlées, comme dans le précipice du mont Ararath en Arménie, qu'on appelle *l'Abîme;* ces abîmes sont les bouches des anciens volcans qui se sont éteints.

Il y a eu dernièrement un tremblement de terre à Lima dont les effets ont été terribles; la ville de Lima et le port de Callao ont été presque entièrement abîmés, mais le mal a encore été plus considérable au Callao. La mer a couvert de ses eaux tous les édifices, et par conséquent noyé tous les habitans; il n'est resté qu'une tour. De vingt-cinq vaisseaux qu'il y avoit dans ce port, il y en a eu quatre qui ont été portés à une lieue dans les terres, et le reste a été englouti par la mer. A Lima, qui est une très-grande ville, il n'est resté que vingt-sept maisons sur pied; il y a eu un grand nombre de personnes qui ont été écrasées, surtout des moines et des religieuses, parce que leurs édifices sont plus exhaussés, et qu'ils sont construits de matières plus solides que les autres maisons. Ce malheur est arrivé

dans le mois d'octobre 1746 pendant la nuit : la secousse a duré quinze minutes.

Il y avoit autrefois près du port de Pisco au Pérou, une ville célèbre située sur le rivage de la mer : mais elle fut presque entièrement ruinée et désolée par le tremblement de terre qui arriva le 19 octobre 1682; car la mer, ayant quitté ses bornes ordinaires, engloutit cette ville malheureuse, qu'on a tâché de rétablir un peu plus loin à un bon quart de lieue de la mer.

Si l'on consulte les historiens et les voyageurs, on y trouvera des relations de plusieurs tremblemens de terre et d'éruptions de volcans, dont les effets ont été aussi terribles que ceux que nous venons de rapporter. Posidonius, cité par Strabon dans son premier livre, rapporte qu'il y avoit une ville en Phénicie, située auprès de Sidon, qui fut engloutie par un tremblement de terre, et avec elle le territoire voisin et les deux tiers mêmes de la ville de Sidon, et que cet effet ne se fit pas subitement, de sorte qu'il donna le temps à la plupart des habitans de fuir; que ce tremblement s'étendit presque par toute la Syrie et jusqu'aux îles Cyclades, et en Eubée, où les fontaines d'Aréthuse tarirent tout à coup et ne reparurent que plusieurs jours après par de nouvelles sources éloignées des anciennes; et ce tremblement ne cessa pas d'agiter l'île, tantôt dans un endroit, tantôt dans un autre, jusqu'à ce que la terre se fût ouverte dans la campagne de Lépante et qu'elle eût rejeté une grande quantité de terre et de matières enflammées. Pline, dans son premier livre, chap. 84, rapporte que sous le règne de Tibère il arriva un tremblement de terre qui renversa douze villes d'Asie; et dans son second livre, chapitre 83, il fait mention dans les termes suivans d'un prodige causé par un tremblement de terre : « Factum est semel (quod equidem in Etruscæ « disciplinæ voluminibus inveni) ingens ter- « rarum portentum, Lucio Marcio, Sex. « Julio coss. in agro Mutinensi. Namque « montes duo inter se concurrerunt, cre- « pitu maximo adsultantes, recedentesque, « inter eos flammâ fumoque in cœlum « exeunte interdiù, spectante è viâ Æmiliâ « magnâ equitum Romanorum, familiarum- « que et viatorum multitudine. Eo concursu « villæ omnes elisæ; animalia permulta, quæ « intra fuerant, exanimata sunt, etc. » Saint Augustin (de Miraculis, lib. II, cap. 3) dit que par un très-grand tremblement de terre, il y eut cent villes renversées dans la Libye. Du temps de Trajan, la ville d'Antioche et une grande partie du pays adjacent furent abîmés par un tremblement de terre; et du temps de Justinien, en 528, cette ville fut une seconde fois détruite par la même cause avec plus de quarante mille de ses habitans; et soixante ans après, du temps de saint Grégoire, elle essuya un troisième tremblement avec perte de soixante mille de ses habitans. Du temps de Saladin, en 1182, la plupart des villes de Syrie et du royaume de Jérusalem furent détruites par la même cause. Dans la Pouille et dans la Calabre il est arrivé plus de tremblemens de terre qu'en aucune autre partie de l'Europe : du temps du pape Pie II, toutes les églises et les palais de Naples furent renversés; il y eut près de trente mille personnes de tuées, et tous les habitans qui restèrent furent obligés de demeurer sous des tentes jusqu'à ce qu'ils eussent rétabli leurs maisons. En 1629, il y eut des tremblemens de terre dans la Pouille, qui firent périr sept mille personnes; et en 1638, la ville de Sainte-Euphémie fut engloutie, et il n'est resté en sa place qu'un lac de fort mauvaise odeur; Raguse et Smyrne furent aussi presque entièrement détruites. Il y eut en 1692 un tremblement de terre qui s'étendit en Angleterre, en Hollande, en Flandre, en Allemagne, en France, et qui se fit sentir principalement sur les côtes de la mer et auprès des grandes rivières; il ébranla au moins deux mille six cents lieues carrées; il ne dura que deux minutes : le mouvement étoit plus considérable dans les montagnes que dans les vallées. En 1688, le 10 de juillet, il y eut un tremblement de terre à Smyrne qui commença par un mouvement d'occident en orient. Le château fut renversé d'abord, ses quatre murs s'étant entr'ouverts et enfoncés de six pieds dans la mer. Ce château, qui étoit un isthme, est à présent une véritable île éloignée de la terre d'environ cent pas, dans l'endroit où la langue de terre a manqué : les murs qui étoient du couchant au levant sont tombés; ceux qui alloient du nord au sud sont restés sur pied. La ville, qui est à dix milles du château, fut renversée presque aussitôt; on vit en plusieurs endroits des ouvertures à la terre, on entendit divers bruits souterrains : il y eut de cette manière cinq ou six secousses jusqu'à la nuit; la première dura environ une demi-minute : les vaisseaux qui étoient à la rade furent agités, le terrain de la ville a baissé de deux pieds; il n'est resté qu'environ le quart de la ville, et prin-

cipalement les maisons qui étoient sur des rochers : on a compté quinze ou vingt mille personnes accablées par ce tremblement de terre. En 1695, dans un tremblement de terre qui se fit sentir à Bologne en Italie, on remarqua, comme une chose particulière, que les eaux devinrent troubles un jour auparavant.

« Il se fit un si grand tremblement de terre à Tercère, le 4 mai 1614, qu'il renversa en la ville d'Angra onze églises et neuf chapelles, sans les maisons particulières, et en la ville de Praya il fut si effroyable, qu'il n'y demeura presque pas une maison debout; et le 16 juin 1628, il y eut un si horrible tremblement dans l'île de Saint-Michel, que proche de là la mer s'ouvrit et fit sortir de son sein, en un lieu où il y avoit plus de cent cinquante toises d'eau, une île qui avoit plus d'une lieue et demie de long et plus de soixante toises de haut [1]. Il s'en étoit fait un autre en 1591, qui commença le vingt-six de juillet, et dura, dans l'île de Saint-Michel, jusqu'au 21 du mois suivant; Tercère et Fayal furent agitées le lendemain avec tant de violence, qu'elles paroissoient tourner; mais ces affreuses secousses n'y recommencèrent que quatre fois, au lieu qu'à Saint-Michel elles ne cessèrent point un moment pendant plus de quinze jours; les insulaires, ayant abandonné leurs maisons qui tomboient d'elles-mêmes à leurs yeux, passèrent tout ce temps exposés aux injures de l'air. Une ville entière, nommée Villa-Franca, fut renversée jusqu'aux fondements, et la plupart de ses habitans écrasés sous les ruines. Dans plusieurs endroits les plaines s'élevèrent en collines, et dans d'autres quelques montagnes s'aplanirent ou changèrent de situation; il sortit de la terre une source d'eau vive qui coula pendant quatre jours, et qui parut ensuite sécher tout d'un coup; l'air et la mer, encore plus agités, retentissoient d'un bruit qu'on auroit pris pour le mugissement de quantité de bêtes féroces; plusieurs personnes mouroient d'effroi; il n'y eut point de vaisseaux dans les ports mêmes qui ne souffrissent des atteintes dangereuses, et ceux qui étoient à l'ancre ou à la voile à vingt lieues aux environs des îles, furent encore plus maltraités. Les tremblemens de terre sont fréquens aux Açores; vingt ans auparavant il en etoit arrivé un dans l'île de Saint-Michel, qui avoit renversé une montagne fort haute. Il s'en fit un à Manille, au mois de septembre 1627, qui aplanit une des deux montagnes qu'on appelle *Carvallos*, dans la province de Cagayan. En 1645, la troisième partie de la ville fut ruinée par un pareil accident, et trois cents personnes y périrent; l'année suivante elle en souffrit encore un autre. Les vieux Indiens disent qu'ils étoient autrefois plus terribles, et qu'à cause de cela on ne bâtissoit les maisons que de bois, ce que font aussi les Espagnols, depuis le premier étage.

« La quantité des volcans qui se trouvent dans l'île confirme ce qu'on a dit jusqu'à présent, parce qu'en certains temps ils vomissent des flammes, ébranlent la terre, et font tous ces effets que Pline attribue à ceux d'Italie, c'est-à-dire de faire changer de lit aux rivières et retirer les mers voisines, de remplir de cendres tous les environs, et d'envoyer des pierres fort loin avec un bruit semblable à celui du canon [2] »

« L'an 1646, la montagne de l'île de Machian se fendit avec des bruits et un fracas épouvantables, par un terrible tremblement de terre, accident qui est fort ordinaire en ces pays-là : il sortit tant de feux par cette fente, qu'ils consumèrent plusieurs nègreries avec les habitans et tout ce qui y étoit. On voyoit encore, l'an 1685, cette prodigieuse fente, et apparemment elle subsiste toujours; on la nommoit l'ornière de Machian, parce qu'elle descendoit du haut en bas de la montagne, comme un chemin qui y auroit été creusé, mais qui de loin ne paroissoit être qu'une ornière. »

L'*Histoire de l'Académie* fait mention, dans les termes suivants, des tremblemens de terre qui se sont faits en Italie en 1702 et 1703 : « Les tremblemens commencèrent en Italie au mois d'octobre 1702, et continuèrent jusqu'au mois de juillet 1703 : les pays qui en ont le plus souffert, et qui sont aussi ceux par où ils commencèrent, sont la ville de Norcia avec ses dépendances dans l'État ecclésiastique, et la province de l'Abruzze. Ces pays sont contigus et situés au pied de l'Apennin, du côté du midi.

« Souvent les tremblemens ont été accompagnés de bruits épouvantables dans l'air, et souvent aussi on a entendu ces bruits sans qu'il y ait eu de tremblemens, le ciel étant même fort serein. Le tremblement du 2 février 1703, qui fut le plus violent de tous, fut accompagné, du moins à Rome, d'une grande sérénité du ciel et d'un grand calme dans l'air : il dura à Rome une demi-minute,

1. Voyez les *Voyages de Mandelslo.*

2. Voyez le *Voyage de Gemelli Carreri*, p. 129.

et à Aquila, capitale de l'Abruzze, trois heures. Il ruina toute la ville d'Aquila, ensevelit cinq mille personnes sous les ruines, et fit un grand ravage dans les environs.

« Communément les balancemens de la terre ont été du nord au sud, ou à peu près; ce qui a été remarqué par le mouvement des lampes des églises.

« Il s'est fait dans un champ deux ouvertures, d'où il est sorti avec violence une grande quantité de pierres qui l'ont entièrement couvert et rendu stérile; après les pierres il s'élança de ces ouvertures deux jets d'eau qui surpassoient beaucoup en hauteur les arbres de cette campagne, qui durèrent un quart d'heure, et inondèrent jusqu'aux campagnes voisines. Cette eau est blanchâtre, semblable à de l'eau de savon, et n'a aucun goût.

« Une montagne qui est près de Sigillo, bourg éloigné d'Aquila de vingt-deux milles, avoit sur son sommet une plaine assez grande, environnée de rochers qui lui servoient comme de murailles. Depuis le tremblement du 2 février, il s'est fait, à la place de cette plaine, un gouffre de largeur inégale, dont le plus grand diamètre est de vingt-cinq toises, et le moindre de vingt : on n'a pu en trouver le fond, quoiqu'on ait été jusqu'à trois cents toises. Dans le temps que se fit cette ouverture, on en vit sortir des flammes, et ensuite une très-grosse fumée, qui dura trois jours avec quelques interruptions.

« A Gênes, le 1er et le 2 juillet 1703, il y eut deux petits tremblemens; le dernier ne fut senti que par des gens qui travailloient sur le môle : en même temps la mer dans le port s'abaissa de six pieds, en sorte que les galères touchèrent le fond, et cette basse mer dura près d'un quart d'heure.

« L'eau soufrée qui est dans le chemin de Rome à Tivoli s'est diminuée de deux pieds et demi de hauteur, tant dans le bassin que dans le fossé. En plusieurs endroits de la plaine appelée *le Testine*, il y avait des sources et des ruisseaux d'eaux qui formoient des marais impraticables; tout s'est séché. L'eau du lac appelé *l'Enfer* a diminué aussi de trois pieds en hauteur : à la place des anciennes sources qui ont tari, il en est sorti de nouvelles environ à une lieue des premières; en sorte qu'il y a apparence que ce sont les mêmes eaux qui ont changé de route[1]. »

Le même tremblement de terre qui, en 1538, forma le *Monte di Cenere* auprès de Pouzzol, remplit en même temps le lac Lucrin de pierres, de terres, et de cendres; de sorte qu'actuellement ce lac est un terrain marécageux.

Il y a des tremblemens de terre qui se font sentir au loin dans la mer. M. Shaw rapporte qu'en 1724, étant à bord de *la Gazelle*, vaisseau algérien de cinquante canons, on sentit trois violentes secousses l'une après l'autre, comme si, à chaque fois, on avoit jeté d'un endroit fort élevé un poids de vingt ou trente tonneaux sur le lest : cela arriva dans un endroit de la Méditerranée où il y avoit plus de deux cents brasses d'eau. Il rapporte aussi que d'autres avoient senti des tremblemens de terre bien plus considérables en d'autres endroits, et un entre autres à quarante lieues ouest de Lisbonne.

Schouten, en parlant d'un tremblement de terre qui se fit aux îles Moluques, dit que les montagnes furent ébranlées, et que les vaisseaux qui étoient à l'ancre sur trente et quarante brasses, se tourmentèrent comme s'ils se fussent donné des culées sur le rivage, sur des rochers, ou sur des bancs. « L'expérience, continue-t-il, nous apprend tous les jours que la même chose arrive en pleine mer où l'on ne trouve point de fond, et que quand la terre tremble, les vaisseaux viennent tout d'un coup à se tourmenter jusque dans les endroits où la mer étoit tranquille[2]. » Le Gentil, dans son *Voyage autour du Monde*, parle des tremblemens de terre dont il a été témoin, dans les termes suivans : « J'ai, dit-il, fait quelques remarques sur ces tremblemens de terre. La première est qu'une demi-heure avant que la terre s'agite, tous les animaux paroissent saisis de frayeur; les chevaux hennissent, rompent leurs licous, et fuient de l'écurie; les chiens aboient; les oiseaux, épouvantés et presque étourdis, entrent dans les maisons; les rats et les souris sortent de leurs trous, etc. La seconde est que les vaisseaux qui sont à l'ancre sont agités si violemment, qu'il semble que toutes les parties dont ils sont composés vont se désunir; les canons sautent sur leurs affûts, et les mâts, par cette agitation, rompent leurs haubans : c'est ce que j'aurois eu de la peine à croire, si plusieurs témoignages unanimes ne m'en avoient convaincu. Je conçois bien que le fond de la mer est une continuation de la terre; que si cette terre est agitée, elle communique son agitation aux eaux qu'elle porte : mais ce que je ne conçois pas, c'est ce mouvement irrégulier du vaisseau, dont tous les mem-

1. Page 10, année 1704.

2. Voyez tome VI, page 103.

bres et les parties prises séparément participent à cette agitation, comme si tout le vaisseau faisoit partie de la terre, et qu'il ne nageât pas dans une matière fluide; son mouvement devroit être tout au plus semblable à celui qu'il éprouveroit dans une tempête. D'ailleurs, dans l'occasion où je parle, la surface de la mer étoit unie, et ses flots n'étoient point élevés; toute l'agitation étoit intérieure, parce que le vent ne se mêla point au tremblement de terre. La troisième remarque est que si la caverne de la terre où le feu souterrain est renfermé va du septentrion au midi, et si la ville est pareillement située dans sa longueur du septentrion au midi, toutes les maisons sont renversées, au lieu que si cette veine ou caverne fait son effet en prenant la ville par sa largeur, le tremblement de terre fait moins de ravage, etc.[1] »

Il arrive que, dans les pays sujets aux tremblemens de terre, lorsqu'il se fait un nouveau volcan, les tremblemens de terre finissent et ne se font sentir que dans les éruptions violentes du volcan, comme on l'a observé dans l'île Saint-Christophe.

Ces énormes ravages produits par les tremblemens de terre ont fait croire à quelques naturalistes que les montagnes et les inégalités de la surface du globe n'étoient que le résultat des effets de l'action des feux souterrains, et que toutes les irrégularités que nous remarquons sur la terre devoient être attribuées à ces secousses violentes et aux bouleversemens qu'elles ont produits. C'est, par exemple, le sentiment de Ray; il croit que toutes les montagnes ont été formées par des tremblemens de terre ou par l'explosion des volcans, comme le mont *di Cenere*, l'île nouvelle près de Santorin, etc.: mais il n'a pas pris garde que ces petites élévations formées par l'éruption d'un volcan, ou par l'action d'un tremblement de terre, ne sont pas intérieurement composées de couches horizontales, comme le sont toutes les autres montagnes; car en fouillant dans le mont *di Cenere*, on trouve les pierres calcinées, les cendres, les terres brûlées, le mâchefer, les pierres ponces, tous mêlés et confondus comme dans un monceau de décombres. D'ailleurs, si les tremblemens de terre et les feux souterrains eussent produit les grandes montagnes de la terre, comme les Cordilières, le mont Taurus, les Alpes, etc., la force prodigieuse qui auroit élevé ces masses énormes auroit en même temps détruit une grande partie de la surface du globe, et l'effet du tremblement auroit été d'une violence inconcevable, puisque les plus fameux tremblemens de terre dont l'histoire fasse mention n'ont pas eu assez de force pour élever des montagnes: par exemple, il y eut, du temps de Valentinien Ier, un tremblement de terre qui se fit sentir dans tout le monde connu, comme le rapporte Ammien Marcellin[2], et cependant il n'y eut aucune montagne élevée par ce grand tremblement.

Il est cependant vrai qu'en calculant on pourroit trouver qu'un tremblement de terre assez violent pour élever les plus hautes montagnes, ne le seroit pas assez pour déplacer le reste du globe.

Car, supposons pour un instant que la chaîne des hautes montagnes qui traverse l'Amérique méridionale, depuis la pointe des terres Magellaniques jusqu'aux montagnes de la Nouvelle-Grenade et au golfe de Darien, ait été élevée tout à la fois et produite par un tremblement de terre, et voyons par le calcul l'effet de cette explosion. Cette chaîne de montagnes a environ dix-sept cents lieues de longueur, et communément quarante lieues de largeur, y compris les Sierras, qui sont des montagnes moins élevées que les Andes; la surface de ce terrain est donc de soixante-huit mille lieues carrées. Je suppose que l'épaisseur de la matière déplacée par le tremblement est d'une lieue, c'est-à-dire que la hauteur moyenne de ces montagnes, prise du sommet jusqu'au pied, ou plutôt jusqu'aux cavernes qui, dans cette hypothese, doivent les supporter, n'est que d'une lieue; ce qu'on m'accordera facilement: alors je dis que la force de l'explosion ou du tremblement de terre aura élevé à une lieue de hauteur une quantité de terre égale à soixante-huit mille lieues cubiques; or, l'action étant égale à la réaction, cette explosion aura communiqué au reste du globe la même quantité de mouvement: mais le globe entier est de 12,310,523,801 lieues cubiques, dont ôtant 68,000, il reste 12,310,455,801 lieues cubiques, dont la quantité de mouvement aura été égale à celle de 68,000 lieues cubiques élevées à une lieue; d'où l'on voit que la force qui aura été assez grande pour déplacer 68,000 lieues cubiques et les pousser à une lieue n'aura pas déplacé d'un pouce le reste du globe.

Il n'y auroit donc pas d'impossibilité absolue à supposer que les montagnes ont été

1. Voyez le *Nouveau Voyage autour du monde de M. Le Gentil*, tome I, pages 172 et suiv.

2. Lib. XXVI, cap. XIV.

élevées par des tremblemens de terre, si leur composition intérieure, aussi bien que leur forme extérieure, n'étoient pas évidemment l'ouvrage des eaux de la mer. L'intérieur est composé de couches régulières et parallèles remplies de coquilles; l'extérieur a une figure dont les angles sont partout correspondans : est-il croyable que cette composition uniforme et cette forme régulière aient été produites par des secousses irrégulières et des explosions subites?

Mais comme cette opinion a prévalu chez quelques physiciens, et qu'il nous paroît que la nature et les effets des tremblemens de terre ne sont pas bien entendus, nous croyons qu'il est nécessaire de donner sur cela quelques idées qui pourront servir à éclaircir cette matière.

La terre ayant subi de grands changemens à sa surface, on trouve, même à des profondeurs considérables, des trous, des cavernes, des ruisseaux souterrains, et des endroits vides qui se communiquent quelquefois par des fentes et des boyaux. Il y a de deux espèces de cavernes. Les premières sont celles qui sont produites par l'action des feux souterrains et des volcans; l'action du feu soulève, ébranle, et jette au loin les matières supérieures, et en même temps elle divise, fend, et dérange celles qui sont à côté, et produit ainsi des cavernes, des grottes, des trous, et des anfractuosités : mais cela ne se trouve ordinairement qu'aux environs des hautes montagnes où sont les volcans, et ces espèces de cavernes produites par l'action du feu sont plus rares que les cavernes de la seconde espèce, qui sont produites par les eaux. Nous avons vu que les différentes couches qui composent le globe terrestre à sa surface, sont toutes interrompues par des fentes perpendiculaires dont nous expliquerons l'origine dans la suite; les eaux des pluies et des vapeurs, en descendant par ces fentes perpendiculaires, se rassemblent sur la glaise, et forment des sources et des ruisseaux; elles cherchent par leur mouvement naturel toutes les petites cavités et les petits vides, et elles tendent toujours à couler et à s'ouvrir des routes, jusqu'à ce qu'elles trouvent une issue; elles entraînent en même temps les sables, les terres, les graviers, et les autres matières qu'elles peuvent diviser, et peu à peu elles se font des chemins; elles forment dans l'intérieur de la terre des espèces de petites tranchées ou de canaux qui leur servent de lit; elles sortent enfin, soit à la surface de la terre, soit dans la mer, en forme de fontaines : les matières qu'elles entraînent laissent des vides dont l'étendue peut être fort considérable, et ces vides forment des grottes et des cavernes dont l'origine est, comme l'on voit, bien différente de celle des cavernes produites par des tremblemens de terre.

Il y a deux espèces de tremblemens de terre : les uns causés par l'action des feux souterrains et par l'explosion des volcans, qui ne se font sentir qu'à de petites distances et dans les temps que les volcans agissent, ou avant qu'ils s'ouvrent : lorsque les matières qui forment les feux souterrains viennent à fermenter, à s'échauffer, et à s'enflammer, le feu fait effort de tous côtés; et s'il ne trouve pas naturellement des issues, il soulève la terre et se fait un passage en la rejetant, ce qui produit un volcan dont les effets se répètent et durent à proportion de la quantité des matières inflammables. Si la quantité des matières qui s'enflamment est peu considérable, il peut arriver un soulèvement et une commotion, un tremblement de terre, sans que pour cela il se forme un volcan : l'air produit et raréfié par le feu souterrain peut aussi trouver de petites issues par où il s'échappera, et dans ce cas il n'y aura encore qu'un tremblement sans éruption et sans volcan; mais lorsque la matière enflammée est en grande quantité, et qu'elle est resserrée par des matières solides et compactes, alors il y a commotion et volcan : mais toutes ces commotions ne font que la première espèce des tremblemens de terre, et elles ne peuvent ébranler qu'un petit espace. Une éruption très-violente de l'Etna causera, par exemple, un tremblement de terre dans toute l'île de Sicile; mais il ne s'étendra jamais à des distances de trois ou quatre cents lieues. Lorsque dans le mont Vésuve il s'est formé quelques nouvelles bouches à feu, il s'est fait en même temps des tremblemens de terre à Naples et dans le voisinage du volcan : mais ces tremblemens n'ont jamais ébranlé les Alpes, et ne se sont pas communiqués en France ou aux autres pays éloignés du Vésuve. Ainsi les tremblemens de terre produits par l'action des volcans sont bornés à un petit espace, c'est proprement l'effet de la réaction du feu; et ils ébranlent la terre, comme l'explosion d'un magasin à poudre produit une secousse et un tremblement sensible à plusieurs lieues de distance.

Mais il y a une autre espèce de tremblement de terre bien différente pour les effets

et peut-être pour les causes : ce sont les tremblemens qui se font sentir à de grandes distances, et qui ébranlent une longue suite de terrain sans qu'il paroisse aucun nouveau volcan ni aucune éruption. On a des exemples de tremblemens qui se sont fait sentir en même temps en Angleterre, en France, en Allemagne, et jusqu'en Hongrie : ces tremblemens s'étendent toujours beaucoup plus en longueur qu'en largeur ; ils ébranlent une bande ou une zone de terrain avec plus ou moins de violence en différens endroits, et ils sont presque toujours accompagnés d'un bruit sourd, semblable à celui d'une grosse voiture qui rouleroit avec rapidité.

Pour bien entendre quelles peuvent être les causes de cette espèce de tremblement, il faut se souvenir que toutes les matières inflammables et capables d'explosion produisent, comme la poudre, par l'inflammation, une grande quantité d'air ; que cet air produit par le feu est dans l'état d'une très-grande raréfaction, et que par l'état de compression où il se trouve dans le sein de la terre, il doit produire des effets très-violens. Supposons donc qu'à une profondeur très-considérable, comme à cent ou deux cents toises, il se trouve des pyrites et d'autres matières sulfureuses, et que par la fermentation produite par la filtration des eaux ou par d'autres causes elles viennent à s'enflammer, et voyons ce qui doit arriver : d'abord ces matières ne sont pas disposées régulièrement par couches horizontales, comme le sont les matières anciennes qui ont été formées par le sédiment des eaux ; elles sont au contraire dans les fentes perpendiculaires, dans les cavernes au pied de ces fentes, et dans les autres endroits où les eaux peuvent agir et pénétrer. Ces matières, venant à s'enflammer, produiront une grande quantité d'air, dont le ressort, comprimé dans un petit espace comme celui d'une caverne, non seulement ébranlera le terrain supérieur, mais cherchera des routes pour s'échapper et se mettre en liberté. Les routes qui se présentent sont les cavernes et les tranchées formées par les eaux et par les ruisseaux souterrains ; l'air raréfié se précipitera avec violence dans tous ces passages qui lui sont ouverts, et il formera un vent furieux dans ces routes souterraines, dont le bruit se fera entendre à la surface de la terre, et en accompagnera l'ébranlement et les secousses ; ce vent souterrain produit par le feu s'étendra tout aussi loin que les cavités ou tranchées souterraines, et causera un tremblement plus ou moins grand à mesure qu'il s'éloignera du foyer, et qu'il trouvera des passages plus ou moins étroits ; ce mouvement se faisant en longueur, l'ébranlement se fera de même ; et le tremblement se fera sentir dans une longue zone de terrain ; cet air ne produira aucune éruption, aucun volcan, parce qu'il aura trouvé assez d'espace pour s'étendre, ou bien parce qu'il aura trouvé des issues, et qu'il sera sorti en forme de vent et de vapeur ; et quand même on ne voudroit pas convenir qu'il existe en effet des routes souterraines par lesquelles cet air et ces vapeurs souterraines peuvent passer, on conçoit bien que, dans le lieu même où se fait la première explosion, le terrain étant soulevé à une hauteur considérable, il est nécessaire que celui qui avoisine ce lieu se divise et se fende horizontalement pour suivre le mouvement du premier, ce qui suffit pour faire des routes qui de proche en proche peuvent communiquer le mouvement à une très-grande distance. Cette explication s'accorde avec tous les phénomènes. Ce n'est pas dans le même instant ni à la même heure qu'un tremblement de terre se fait sentir en deux endroits distans, par exemple, de cent ou deux cents lieues ; il n'y a point de feu ni d'éruption au dehors par ces tremblemens qui s'étendent au loin, et le bruit qui les accompagne presque toujours marque le mouvement progressif de ce vent souterrain. On peut encore confirmer ce que nous venons de dire, en le liant avec d'autres faits : on sait que les mines exhalent des vapeurs ; indépendamment des vents produits par le courant des eaux, on y remarque souvent des courans d'un air malsain et de vapeurs suffocantes : on sait aussi qu'il y a sur la terre des trous, des abîmes, des lacs profonds qui produisent des vents, comme le lac de Boleslaw en Bohême, dont nous avons parlé.

Tout ceci bien entendu, je ne vois pas trop comment on peut croire que les tremblemens de terre ont pu produire des montagnes, puisque la cause même de ces tremblemens sont des matières minérales et sulfureuses qui ne se trouvent ordinairement que dans les fentes perpendiculaires des montagnes et dans les autres cavités de la terre, dont le plus grand nombre a été produit par les eaux ; que ces matières en s'enflammant ne produisent qu'une explosion momentanée et des vents violens qui suivent les routes souterraines des eaux ; que la durée des tremblemens n'est en effet que

momentanée à la surface de la terre, et que par conséquent leur cause n'est qu'une explosion et non pas un incendie durable; et qu'enfin ces tremblemens qui ébranlent un grand espace, et qui s'étendent à des distances très-considérables, bien loin d'élever des chaînes de montagnes, ne soulèvent pas la terre d'une quantité sensible, et ne produisent pas la plus petite colline dans toute la longueur de leur cours.

Les tremblemens de terre sont, à la vérité, bien plus fréquens dans les endroits où sont les volcans qu'ailleurs, comme en Sicile et à Naples: on sait, par les observations faites en différens temps, que les plus violens tremblemens de terre arrivent dans le temps des grandes éruptions des volcans; mais ces tremblemens ne sont pas ceux qui s'étendent le plus loin, et ils ne pourroient jamais produire une chaîne de montagnes.

On a quelquefois observé que les matières rejetées de l'Etna, après avoir été refroidies pendant plusieurs années, et ensuite humectées par l'eau des pluies, se sont rallumées, et ont jeté des flammes avec une explosion assez violente qui produisoit même une espece de petit tremblement.

En 1669, dans une furieuse éruption de l'Etna, qui commença le 11 mars, le sommet de la montagne baissa considérablement, comme tous ceux qui avoient vu cette montagne avant cette éruption s'en aperçurent; ce qui prouve que le feu du volcan vient plutôt du sommet que de la profondeur intérieure de la montagne. Borelli est du même sentiment, et dit précisément « que le feu des volcans ne vient pas du centre ni du pied de la montagne, mais qu'au contraire il sort du sommet et ne s'allume qu'à une très-petite profondeur [1]. »

Le mont Vésuve a souvent rejeté, dans ses éruptions, une grande quantité d'eau bouillante: M. Ray, dont le sentiment est que le feu des volcans vient d'une très-grande profondeur, dit que c'est de l'eau de la mer qui communique aux cavernes intérieures du pied de cette montagne; il en donne pour preuve la sécheresse et l'aridité du sommet du Vésuve, et le mouvement de la mer, qui, dans le temps de ces violentes éruptions, s'éloigne des côtes, et diminue au point d'avoir laissé quelquefois à sec le port de Naples. Mais quand ces faits seroient bien certains, ils ne prouveroient pas d'une manière solide que le feu des volcans vient d'une grande profondeur; car l'eau qu'ils rejettent est certainement l'eau des pluies qui pénètre par les fentes, et qui se ramasse dans les cavités de la montagne: on voit découler des eaux vives et des ruisseaux du sommet des volcans, comme il en découle des autres montagnes élevées; et comme elles sont creuses et qu'elles ont été plus ébranlées que les autres montagnes, il n'est pas étonnant que les eaux se ramassent dans les cavernes qu'elles contiennent dans leur intérieur, et que ces eaux soient rejetées dans le temps des éruptions avec les autres matières: à l'égard du mouvement de la mer, il provient uniquement de la secousse communiquée aux eaux par l'explosion; ce qui doit les faire affluer ou refluer, suivant les différentes circonstances.

Les matières que rejettent les volcans sortent le plus souvent sous la forme d'un torrent de minéraux fondus, qui inonde tous les environs de ces montagnes: ces fleuves de matières liquéfiées s'étendent même à des distances considérables; et en se refroidissant, ces matieres, qui sont en fusion, forment des couches horizontales ou inclinées, qui, pour la position, sont semblables aux couches formées par les sédimens des eaux. Mais il est fort aisé de distinguer ces couches produites par l'expansion des matieres rejetées des volcans, de celles qui ont pour origine les sédimens de la mer: 1° parce que ces couches ne sont pas d'égale épaisseur partout; 2° parce qu'elles ne contiennent que des matières qu'on reconnoît évidemment avoir été calcinées, vitrifiées, ou fondues; 3° parce qu'elles ne s'étendent pas à une grande distance. Comme il y a au Pérou un grand nombre de volcans, et que le pied de la plupart des montagnes des Cordilieres est recouvert de ces matières rejetées par ces volcans, il n'est pas étonnant qu'on ne trouve pas de coquilles marines dans ces couches de terre, elles ont été calcinées et détruites par l'action du feu: mais je suis persuadé que si l'on creusoit dans la terre argileuse qui, selon M. Bouguer, est la terre ordinaire de la vallée de Quito, on y trouveroit des coquilles, comme l'on en trouve partout ailleurs; en supposant que cette terre soit vraiment de l'argile, et qu'elle ne soit pas, comme celle qui est au pied des montagnes, un terrain formé par les matieres rejetées des volcans.

On a souvent demandé pourquoi les volcans se trouvent tous dans les hautes montagnes. Je crois avoir satisfait en partie à cette question dans le discours précédent;

1. Voyez Borelli, *de Incendiis montis Etnæ*.

mais comme je ne suis pas entré dans un assez grand détail, j'ai cru que je ne devois pas finir cet article sans développer davantage ce que j'ai dit sur ce sujet.

Les pics ou les pointes des montagnes étoient autrefois recouvertes et environnées de sables et de terres que les eaux pluviales ont entraînés dans les vallées; il n'est resté que les rochers et les pierres qui formoient le noyau de la montagne. Ce noyau, se trouvant à découvert et déchaussé jusqu'au pied, aura encore été dégradé par les injures de l'air; la gelée en aura détaché de grosses et de petites parties qui auront roulé au bas; en même temps elle aura fait fendre plusieurs rochers au sommet de la montagne; ceux qui forment la base de ce sommet se trouvant découverts, et n'étant plus appuyés par les terres qui les environnoient, auront un peu cédé; et en s'écartant les uns des autres ils auront formé de petits intervalles : cet ébranlement de rochers inférieurs n'aura pu se faire sans communiquer aux rochers supérieurs un mouvement plus grand; ils se seront fendus ou écartés les uns des autres. Il se sera donc formé dans ce noyau de montagne une infinité de petites et de grandes fentes perpendiculaires, depuis le sommet jusqu'à la base des rochers inférieurs; les pluies auront pénétré dans toutes ces fentes, et elles auront détaché, dans l'intérieur de la montagne, toutes les parties minérales et toutes les autres matières qu'elles auront pu enlever ou dissoudre; elles auront formé des pyrites, des soufres et d'autres matières combustibles; et lorsque, par succession des temps, ces matières se seront accumulées en grande quantité, elles auront fermenté, et en s'enflammant elles auront produit les explosions et les autres effets des volcans. Peut-être aussi y avoit-il, dans l'intérieur de la montagne, des amas de ces matières minérales déjà formées, avant que les pluies pussent y pénétrer; dès qu'il se sera fait des ouverture ou des fentes qui auront donné passage à l'eau et à l'air, ces matières se seront enflammées et auront formé un volcan. Aucun de ces mouvemens ne pouvant se faire dans les plaines, puisque tout est en repos, et que rien ne peut se déplacer, il n'est pas surprenant qu'il n'y ait aucun volcan dans les plaines, et qu'ils se trouvent tous en effet dans les hautes montagnes.

Lorsqu'on a ouvert des minières de charbon de terre, que l'on trouve ordinairement dans l'argile à une profondeur considérable, il est arrivé quelquefois que le feu s'est mis à ces matières; il y a même des mines de charbon en Écosse, en Flandre, etc., qui brûlent continuellement depuis plusieurs années : la communication de l'air suffit pour produire cet effet. Mais ces feux qui se sont allumés dans ces mines ne produisent que de légères explosions, et ils ne forment pas des volcans, parce que tout étant solide et plein dans ces endroits, le feu ne peut pas être excité comme celui des volcans, dans lesquels il y a des cavités et des vides où l'air pénètre; ce qui doit nécessairement étendre l'embrasement, et peut augmenter l'action du feu au point où nous la voyons lorsqu'elle produit les terribles effets dont nous avons parlé.

Sur les tremblemens de terre.

* Il y a deux causes qui produisent les tremblemens de terre : la première est l'affaissement subit des cavités de la terre; et la seconde, encore plus fréquente et plus violente que la première, est l'action des feux souterrains.

Lorsqu'une caverne s'affaisse dans le milieu des continens, elle produit par sa chute une commotion qui s'étend à une plus ou moins grande distance, selon la quantité du mouvement donné par la chute de cette masse à la terre; et à moins que le volume n'en soit fort grand et ne tombe de très-haut, sa chute ne produira pas une secousse assez violente pour qu'elle se fasse ressentir à de grandes distances : l'effet en est borné aux environs de la caverne affaissée; et si le mouvement se propage plus loin, ce n'est que par de petits trémoussemens et de légères trépidations.

Comme la plupart des montagnes primitives reposent sur des cavernes, parce que, dans le moment de la consolidation, ces éminences ne se sont formées que par des boursouflures, il s'est fait, et il se fait encore de nos jours, des affaissemens dans ces montagnes toutes les fois que les voûtes des cavernes minées par les eaux ou ébranlées par quelque tremblement, viennent à s'écrouler : une portion de la montagne s'affaisse en bloc, tantôt perpendiculairement, mais plus souvent en s'inclinant beaucoup, et quelquefois même en culbutant. On en a des exemples frappans dans plusieurs parties des Pyrénées, où les couches de la terre, jadis horizontales, sont souvent inclinées de plus de 45 degrés; ce qui démontre que la masse entière de chaque portion de montagne dont les bancs sont parallèles entre

eux, a penché tout en bloc, et s'est assise, dans le moment de l'affaissement, sur une base inclinée de 45 degrés : c'est la cause la plus générale de l'inclinaison des couches dans les montagnes. C'est par la même raison que l'on trouve souvent entre deux éminences voisines, des couches qui descendent de la première et remontent à la seconde, après avoir traversé le vallon. Ces couches sont horizontales, et gisent à la même hauteur dans les deux collines opposées, entre lesquelles la caverne s'étant écroulée, la terre s'est affaissée, et le vallon s'est formé sans autre dérangement dans les couches de la terre que le plus ou moins d'inclinaison, suivant la profondeur du vallon et la pente des deux coteaux correspondans.

C'est là le seul effet sensible de l'affaissement des cavernes dans les montagnes et dans les autres parties des continens terrestres : mais toutes les fois que cet effet arrive dans le sein de la mer, où les affaissemens doivent être plus fréquens que sur la terre, puisque l'eau mine continuellement les voûtes dans tous les endroits où elles soutiennent le fond de la mer, alors ces affaissemens non seulement dérangent et font pencher les couches de la terre, mais ils produisent encore un autre effet sensible en faisant baisser le niveau des mers; sa hauteur s'est déjà déprimée de deux mille toises par ces affaissemens successifs depuis la première occupation des eaux; et comme toutes les cavernes sous-marines ne sont pas encore à beaucoup près entièrement écroulées, il est plus que probable que l'espace des mers s'approfondissant de plus en plus, se rétrécira par la surface, et que par conséquent l'étendue de tous les continens terrestres continuera toujours d'augmenter par la retraite et l'abaissement des eaux.

Une seconde cause, plus puissante que la première, concourt avec elle pour produire le même effet; c'est la rupture et l'affaissement des cavernes par l'effort des feux sous-marins. Il est certain qu'il ne se fait aucun mouvement, aucun affaissement dans le fond de la mer, que sa surface ne baisse; et si nous considérons en général les effets des feux souterrains, nous reconnoîtrons que, dès qu'il y a du feu, la commotion de la terre ne se borne point à de simples trépidations, mais que l'effort du feu soulève, entr'ouvre la mer et la terre par des secousses violentes et réitérées, qui non seulement renversent et détruisent les terres voisines, mais encore ébranlent celles qui sont éloignées, et ravagent et bouleversent tout ce qui se trouve sur la route de leur direction.

Ces tremblemens de terre, causés par les feux souterrains, précèdent ordinairement les éruptions des volcans et cessent avec elles, et quelquefois même au moment où ce feu renfermé s'ouvre un passage dans les flancs de la terre, et porte sa flamme dans les airs. Souvent aussi ces tremblemens épouvantables continuent tant que les éruptions durent : ces deux effets sont intimement liés ensemble; et jamais il ne se fait une grande éruption dans un volcan, sans qu'elle ait été précédée ou du moins accompagnée d'un tremblement de terre, au lieu que très-souvent on ressent des secousses même assez violentes sans éruption de feu. Ces mouvemens où le feu n'a point de part, proviennent non seulement de la première cause que nous avons indiquée, c'est-à-dire de l'écroulement des cavernes, mais aussi de l'action des vents et des orages souterrains. On a nombre d'exemples de terres soulevées ou affaissées par la force de ces vents intérieurs. M. le chevalier Hamilton, homme aussi respectable par son caractère, qu'admirable par l'étendue de ses connoissances et de ses recherches en ce genre, m'a dit avoir vu entre Trente et Vérone, près du village de Roveredo, plusieurs monticules composés de grosses masses de pierres calcaires, qui ont été évidemment soulevées par diverses explosions causées par des vents souterrains. Il n'y a pas le moindre indice de l'action du feu sur ces rochers ni sur leurs fragmens : tout le pays des deux côtés du grand chemin, dans une longueur de près d'une lieue, a été bouleversé de place en place par ces prodigieux efforts des vents souterrains. Les habitans disent que cela est arrivé tout à coup par l'effet d'un tremblement de terre.

Mais la force du vent, quelque violent qu'on puisse le supposer, ne me paroît pas une cause suffisante pour produire d'aussi grands effets; et quoiqu'il n'y ait aucune apparence de feu dans ces monticules soulevés par la commotion de la terre, je suis persuadé que ces soulèvemens se sont faits par des explosions électriques de la foudre souterraine, et que les vents intérieurs n'y ont contribué qu'en produisant ces orages électriques dans les cavités de la terre. Nous réduirons donc à trois causes tous les mouvemens convulsifs de la terre : la première et la plus simple est l'affaissement subit des cavernes· la seconde, les orages et les coups

de foudre souterraine ; et la troisième, l'action et les efforts des feux allumés dans l'intérieur du globe. Il me paroît qu'il est aisé de rapporter à l'une de ces trois causes tous les phénomènes qui accompagnent ou suivent les tremblemens de terre.

Si les mouvemens de la terre produisent quelquefois des éminences, ils forment encore plus souvent des gouffres. Le 15 octobre 1773, il s'est ouvert un gouffre sur le territoire du bourg Induno, dans les états de Modène, dont la cavité a plus de quatre cents brasses de largeur, sur deux cents de profondeur. En 1726, dans la partie septentrionale de l'Islande, une montagne d'une hauteur considérable s'enfonça en une nuit par un tremblement de terre, et un lac très-profond prit sa place : dans la même nuit, à une lieue et demie de distance, un ancien lac, dont on ignoroit la profondeur, fut entièrement desséché et son fond s'éleva de manière à former un monticule assez haut, que l'on voit encore aujourd'hui. Dans les mers voisines de la Nouvelle-Bretagne, les tremblemens de terre, dit M. de Bougainville, ont de terribles conséquences pour la navigation. Les 7 juin, 12 et 27 juillet 1766, il y en a eu trois à Bocro, et le 22 de ce même mois un à la Nouvelle-Bretagne. Quelquefois ces tremblemens anéantissent des îles et des bancs de sable connus; quelquefois aussi ils en créent où il n'y en avoit pas.

Il y a des tremblemens de terre qui s'étendent très-loin, et toujours plus en longueur qu'en largeur : l'un des plus considérables est celui qui se fit ressentir au Canada en 1663; il s'étendit sur plus de deux cents lieues de longueur et cent lieues de largeur, c'est-à-dire sur plus de vingt mille lieues superficielles. Les effets du dernier tremblement de terre du Portugal se se sont fait de nos jours ressentir encore plus loin : M. le chevalier de Saint-Sauveur, commandant pour le roi à Merueis, a dit à M. de Gensanne qu'en se promenant à la rive gauche de la Jouante, en Languedoc, le ciel devint tout à coup fort noir, et qu'un moment apres il aperçut au bas du coteau qui est à la rive droite de cette riviere, un globe de feu qui éclata d'une maniere terrible. Il sortit de l'intérieur de la terre un tas de rochers considérables, et toute cette chaîne de montagnes se fendit depuis Merueis jusqu'à Florac, sur pres de six lieues de longueur : cette fente a, dans certains endroits, plus de deux pieds de largeur, et elle est en partie comblée. Il y a d'autres tremblemens de terre qui semblent se faire sans secousses et sans grande émotion. Kolbe rapporte que, le 24 septembre 1707, depuis huit heures du matin jusqu'à dix heures, la mer monta sur la contrée du cap de Bonne-Espérance, et en descendit sept fois de suite, et avec une telle vitesse, que d'un moment à l'autre la plage étoit alternativement couverte et découverte par les eaux.

Je puis ajouter, au sujet des effets des tremblemens de terre et de l'éboulement des montagnes par l'affaissement des cavernes, quelques faits assez récens et qui sont bien constatés. En Norwège, un promontoire, appelé *Hammers-fields*, tomba tout à coup en entier. Une montagne fort élevée, et presque adjacente à celle de Chimboraço, l'une des plus hautes des Cordilieres, dans la province de Quito, s'écroula tout à coup. Le fait avec ses circonstances est rapporté dans les Mémoires de MM. de la Condamine et Bouguer. Il arrive souvent de pareils éboulemens et de grands affaissemens dans les îles des Indes méridionales. A *Gamma-canore*, où les Hollandois ont un établissement, une haute montagne s'écroula tout à coup en 1673, par un temps calme et fort beau; ce qui fut suivi d'un tremblement de terre qui renversa les villages d'alentour, où plusieurs milliers de personnes périrent : le 11 août 1772, dans l'île de Java, province de *Cheribou*, l'une des plus riches possessions des Hollandois, une montagne d'environ trois lieues de circonférence s'abîma tout à coup, s'enfonçant et se relevant alternativement comme les flots de la mer agitée : en même temps elle laissoit échapper une quantité prodigieuse de globes de feu qu'on appercevoit de très-loin, et qui jetoient une lumière aussi vive que celle du jour; toutes les plantations et trente-neuf nègreries ont été englouties, avec deux mille cent quarante habitans, sans compter les étrangers. Nous pourrions recueillir plusieurs autres exemples de l'affaissement des terres et de l'écroulement des montagnes par la rupture des cavernes, par les secousses des tremblemens de terre, et par l'action des volcans : mais nous en avons dit assez pour qu'on ne puisse contester les inductions et les conséquences générales que nous avons tirées de ces faits particuliers. (*Add. Buff.*)

Des volcans.

* Les anciens nous ont laissé quelques notices des volcans qui leur étoient connus, et particulièrement de l'Etna et du Vésuve.

Plusieurs observateurs savans et curieux ont, de nos jours, examiné de plus près la forme et les effets de ces volcans : mais la première chose qui frappe en comparant ces descriptions, c'est qu'on doit renoncer à transmettre à la postérité la topographie exacte et constante de ces montagnes ardentes; leur forme s'altère et change, pour ainsi dire, chaque jour; leur surface s'élève ou s'abaisse en différens endroits; chaque éruption produit de nouveaux gouffres ou des éminences nouvelles : s'attacher à décrire tous ces changemens, c'est vouloir suivre et représenter les ruines d'un bâtiment incendié. Le Vésuve de Pline et l'Etna d'Empédocle présentoient une face et des aspects différens de ceux qui nous sont aujourd'hui si bien représentés par MM. Hamilton et Brydone; et, dans quelques siècles, ces descriptions récentes ne ressembleront plus à leur objet. Après la surface des mers, rien sur le globe n'est plus mobile et inconstant que la surface des volcans : mais de cette inconstance même et de cette variation de mouvemens et de formes on peut tirer quelques conséquences générales en réunissant les observations particulieres. (*Add. Buff.*)

Exemples des changemens arrivés dans les volcans.

* La base de l'Etna peut avoir soixante lieues de circonférence, et sa hauteur perpendiculaire est d'environ deux mille toises au dessus du niveau de la mer Méditerranée. On peut peut donc regarder cette énorme montagne comme un cône obtus, dont la superficie n'a guère moins de trois cents lieues carrées : cette superficie conique est partagée en quatre zones placées concentriquement les unes au dessus des autres. La premiere et la plus large s'étend à plus de six lieues, toujours en montant doucement, depuis le point le plus éloigné de la base de la montagne; et cette zone de six lieues de largeur est peuplée et cultivée presque partout. La ville de Catane et plusieurs villages se trouvent dans cette premiere enceinte, dont la superficie est de plus de deux cent vingt lieues carrées. Tout le fond de ce vaste terrain n'est que de la lave ancienne et moderne, qui a coulé des différens endroits de la montagne où se sont faites les explosions des feux souterrains; et la surface de cette lave, mêlée avec les cendres rejetées par ces différentes bouches à feu, s'est convertie en une bonne terrre actuellement semée de grains et plantée de vignobles, à l'exception de quelques endroits où la lave, encore trop récente, ne fait que commencer à changer de nature, et présente quelques espaces dénués de terre. Vers le haut de cette zone, on voit déjà plusieurs *cratères* ou coupes plus ou moins larges et profondes, d'où sont sorties les matières qui ont formé les terrains au dessous

La seconde zone commence au dessus de six lieues (depuis le point le plus éloigné dans la circonférence de la montagne). Cette seconde zone a environ deux lieues de largeur en montant : la pente en est plus rapide partout que celle de la première zone; et cette rapidité augmente à mesure qu'on s'élève et qu'on s'approche du sommet. Cette seconde zone, de deux lieues de largeur, peut avoir en superficie quarante ou quarante-cinq lieues carrées : de magnifiques forêts couvrent toute cette étendue, et semblent former un beau collier de verdure à la tête blanche et chenue de ce respectable mont. Le fond du terrain de ces belles forêts n'est néanmoins que de la lave et des cendres converties par le temps en terres excellentes; et ce qui est encore plus remarquable, c'est l'inégalité de la surface de cette zone : elle ne présente partout que des collines, ou plutôt des montagnes, toutes produites par les différentes éruptions du sommet de l'Etna et des autres bouches à feu qui sont au dessous de ce sommet, et dont plusieurs ont autrefois agi dans cette zone, actuellement couverte de forêts.

Avant d'arriver au sommet, et après avoir passé les belles forêts qui recouvrent la croupe de cette montagne, on traverse une troisième zone, où il ne croît que de petits végétaux. Cette région est couverte de neige en hiver, qui fond pendant l'été; mais ensuite on trouve la ligne de neige permanente qui marque le commencement de la quatrième zone, et s'étend jusqu'au sommet de l'Etna. Ces neiges et ces glaces occupent environ deux lieues en hauteur, depuis la région des petits végétaux jusqu'au sommet, lequel est également couvert de neige et de glace : il est exactement d'une figure conique, et l'on voit dans son intérieur le grand cratère du volcan, duquel il sort continuellement des tourbillons de fumée. L'intérieur de ce cratere est en forme de cône renversé, s'élevant également de tous côtés : il n'est composé que de cendres et d'autres matieres brûlées, sorties de la bouche du volcan, qui est au centre du cratere. L'extérieur de ce sommet est fort escarpé; la neige y est couverte de cendres;

et il y fait un très-grand froid. Sur le côté septentrional de cette région de neige, il y a plusieurs petits lacs qui ne dégèlent jamais. En général, le terrain de cette dernière zone est assez égal et d'une même pente, excepté dans quelques endroits; et ce n'est qu'au dessous de cette région de neige qu'il se trouve un grand nombre d'inégalités, d'éminences, et de profondeurs produites par les éruptions, et que l'on voit les collines et les montagnes plus ou moins nouvellement formées, et composées de matières rejetées par ces différentes bouches à feu.

Le cratère du sommet de l'Etna, en 1770, avoit, selon M. Brydone, plus d'une lieue de circonférence, et les auteurs anciens et modernes lui ont donné des dimensions très-différentes : néanmoins tous ces auteurs ont raison, parce que toutes les dimensions de cette bouche à feu ont changé; et tout ce que l'on doit inférer de la comparaison des différentes descriptions qu'on en a faites, c'est que le cratère, avec ses bords, s'est éboulé quatre fois depuis six ou sept cents ans. Les matériaux dont il est formé retombent dans les entrailles de la montagne, d'où ils sont ensuite rejetés par de nouvelles éruptions qui forment un autre cratère, lequel s'augmente et s'élève par degrés, jusqu'à ce qu'il retombe de nouveau dans le même gouffre du volcan.

Ce haut sommet de la montagne n'est pas le seul endroit où le feu souterrain ait fait éruption; on voit, dans tout le terrain qui forme la croupe de l'Etna, et jusqu'à de très-grandes distances du sommet, plusieurs autres cratères qui ont donné passage au feu, et qui sont environnés de morceaux de rochers qui en sont sortis dans différentes éruptions. On peut même compter plusieurs collines, toutes formées par l'éruption de ces petits volcans qui environnent le grand; chacune de ces collines offre à son sommet une coupe ou cratère, au milieu duquel on voit la bouche ou plutôt le gouffre profond de ces volcans particuliers. Chaque éruption de l'Etna a produit une nouvelle montagne; et peut-être, dit M. Brydone, que leur nombre serviroit mieux que toute autre méthode à déterminer celui des éruptions de ce fameux volcan.

La ville de Catane, qui est au bas de la montagne, a souvent été ruinée par le torrent des laves qui sont sorties du pied de ces nouvelles montagnes, lorsqu'elles se sont formées. En montant de Catane à Nicolosi, on parcourt douze milles de chemin dans un terrain formé d'anciennes laves, et dans lequel on voit des bouches de volcans éteints, qui sont à présent des terres couvertes de blé, de vignobles et de vergers. Les laves qui forment cette région proviennent de l'éruption de ces petites montagnes qui sont répandues partout sur les flancs de l'Etna : elles sont toutes sans exception d'une figure régulière, soit hémisphérique, soit conique : chaque éruption crée ordinairement une de ces montagnes. Ainsi l'action des feux souterrains ne s'élève pas toujours jusqu'au sommet de l'Etna; souvent ils ont éclaté sur la croupe, et, pour ainsi dire, jusqu'au pied de cette montagne ardente. Ordinairement chacune de ces éruptions du flanc de l'Etna produit une montagne nouvelle, composée des rochers, des pierres, et des cendres lancées par la force du feu; et le volume de ces montagnes nouvelles est plus ou moins énorme, à proportion du temps qu'a duré l'éruption : si elle se fait en peu de jours, elle ne produit qu'une colline d'environ une lieue de circonférence à la base, sur trois ou quatre cents pieds de hauteur perpendiculaire; mais si l'éruption a duré quelques mois, comme celle de 1669, elle produit alors une montagne considérable de deux ou trois lieues de circonférence sur neuf cents ou mille pieds d'élévation; et toutes ces collines enfantées par l'Etna, qui a douze mille pieds de hauteur, ne paroissent être que de petites éminences faites pour accompagner la majesté de la mère-montagne.

Dans le Vésuve, qui n'est qu'un très-petit volcan en comparaison de l'Etna, les éruptions des flancs de la montagne sont rares, et les laves sortent ordinairement du cratère qui est au sommet; au lieu que dans l'Etna les éruptions se sont faites bien plus souvent par les flancs de la montagne que par son sommet, et les laves sont sorties de chacune de ces montagnes formées par des éruptions sur les côtés de l'Etna. M. Brydone dit, d'après M. Recupero, que les masses de pierres lancées par l'Etna s'élèvent si haut, qu'elles emploient vingt-une secondes de temps à descendre et retomber à terre, tandis que celles du Vésuve tombent en neuf secondes; ce qui donne douze cent quinze pieds pour la hauteur à laquelle s'élèvent les pierres lancées par le Vésuve, et six mille six cent quinze pieds pour la hauteur à laquelle montent celles qui sont lancées par l'Etna; d'où l'on pourroit conclure, si les observations sont justes, que la force de l'Etna est à celle du Vésuve comme 441

sont à 81, c'est-à-dire cinq à six fois plus grande. Et ce qui prouve d'une manière démonstrative que le Vésuve n'est qu'un très-foible volcan en comparaison de l'Etna, c'est que celui-ci paroît avoir enfanté d'autres volcans plus grands que le Vésuve. « Assez près de la *caverne des Chèvres*, dit M. Brydone, on voit deux des plus belles montagnes qu'ait enfantées l'Etna; chacun des cratères de ces deux montagnes est beaucoup plus large que celui du Vésuve : ils sont à présent remplis par des forêts de chênes, et revêtus jusqu'à une grande profondeur d'un sol très-fertile; le fond du sol est composé de laves dans cette région comme dans toutes les autres, depuis le pied de la montagne jusqu'au sommet. La montagne conique qui forme le sommet de l'Etna et contient son cratère a plus de trois lieues de circonférence; elle est extrêmement rapide, et couverte de neige et de glace en tout temps. Ce grand cratère a plus d'une lieue de circonférence en dedans, et il forme une excavation qui ressemble à un vaste amphithéâtre; il en sort des nuages de fumée qui ne s'élèvent point en l'air, mais roulent vers le bas de la montagne : le cratère est si chaud, qu'il est très-dangereux d'y descendre. La grande bouche du volcan est près du centre du cratère; quelques-uns des rochers lancés par le volcan hors de son cratère sont d'une grandeur incroyable : le plus gros qu'ait vomi le Vésuve est de forme ronde et a environ douze pieds de diamètre; ceux de l'Etna sont bien plus considérables, et proportionnés à la différence qui se trouve entre les deux volcans. »

Comme toute la partie qui environne le sommet de l'Etna présente un terrain égal, sans collines ni vallées jusqu'à plus de deux lieues de distance en descendant, et qu'on y voit encore aujourd'hui les ruines de la tour du philosophe Empédocle, qui vivoit quatre cents avant l'ère chrétienne, il y a toute apparence que depuis ce temps le grand cratere du sommet de l'Etna n'a fait que peu ou point d'éruptions; la force du feu a donc diminué, puisqu'il n'agit plus avec violence au sommet et que toutes les éruptions modernes se sont faites dans les régions plus basses de la montagne. Cependant, depuis quelques siecles, les dimensions de ce grand cratère du sommet de l'Etna ont souvent changé : on le voit par les mesures qu'en ont données les auteurs siciliens en différens temps. Quelquefois il s'est écroulé, ensuite il s'est reformé en s'élevant peu à peu jusqu'à ce qu'il s'écroulât de nouveau. Le premier de ces écroulemens, bien constaté, est arrivé en 1157, un second en 1329, un troisième en 1474, et le dernier en 1669. Mais je ne crois pas qu'on doive en conclure avec M. Brydone, que dans peu le cratère s'écroulera de nouveau; l'opinion que cet effet doit arriver tous les cent ans ne me paroît pas assez fondée, et je serois au contraire très-porté à présumer que le feu n'agissant plus avec la même violence au sommet de ce volcan, ses forces ont diminué et continueront à s'affoiblir à mesure que la mer s'éloignera davantage : il l'a déjà fait reculer de plusieurs milles par ses propres forces, il en a construit les digues et les côtes par ses torrens de laves; et d'ailleurs, on sait, par la diminution de la rapidité du Charybde et du Scylla, et par plusieurs autres indices, que la mer de Sicile a considérablement baissé depuis deux mille cinq cents ans : ainsi l'on ne peut guère douter qu'elle ne continue à s'abaisser, et que par conséquent l'action des volcans voisins ne se ralentisse, en sorte que le cratère de l'Etna pourra rester t.ès-long-temps dans son état actuel, et que, s'il vient à retomber dans ce gouffre, ce sera peut-être pour la dernière fois. Je crois encore pouvoir présumer que quoique l'Etna doive être regardé comme une des montagnes primitives du globe, à cause de sa hauteur et de son immense volume, et que très-anciennement il ait commencé d'agir dans le temps de la retraite générale des eaux, son action a néanmoins cessé après cette retraite, et qu'elle ne s'est renouvelée que dans des temps assez modernes, c'est-à-dire lorsque la mer Méditerranée, s'étant élevée par la rupture du Bosphore et de Gibraltar, a inondé les terres entre la Sicile et l'Italie, et s'est approchée de la base de l'Etna. Peut-être la première des éruptions nouvelles de ce fameux volcan est-elle encore postérieure à cette époque de la nature. « Il me paroît évident, dit M. Brydone, que l'Etna ne brûloit pas au siècle d'Homère, ni même long-temps auparavant; autrement il seroit impossible que ce poète eût tant parlé de la Sicile sans faire mention d'un objet si remarquable. » Cetté réflexion de M. Brydone est très-juste; ainsi ce n'est qu'après le siècle d'Homere qu'on doit dater les nouvelles éruptions de l'Etna : mais on peut voir, par les tableaux poétiques de Pindare, de Virgile, et par les descriptions des auteurs anciens et modernes, combien en dix-huit ou dix-neuf cents ans la face entière de cette montagne et des

contrées adjacentes a subi de changemens et d'altérations par les tremblemens de terre, par les éruptions, par les torrens de laves, et enfin par la formation de la plupart des collines et des gouffres produits par tous ces mouvemens. Au reste, j'ai tiré les faits que je viens de rapporter de l'excellent ouvrage de M. Brydone, et j'estime assez l'auteur pour croire qu'il ne trouvera pas mauvais que je ne sois pas de son avis sur la puissance de l'aspiration des volcans et sur quelques autres conséquences qu'il a cru devoir tirer des faits; personne, avant M. Brydone, ne les avoit si bien observés et si clairement présentés, et tous les savans doivent se réunir pour donner à son ouvrage tous les éloges qu'il mérite.

Les torrens de verre en fusion, auxquels on a donné le nom de *laves*, ne sont pas, comme on pourroit le croire, le premier produit de l'éruption d'un volcan : ces éruptions s'annoncent ordinairement par un tremblement de terre plus ou moins violent, premier effet de l'effort du feu qui cherche à sortir et à s'échapper au dehors; bientôt il s'échappe en effet, et s'ouvre une route dont il élargit l'issue, en projetant au dehors les rochers et toutes les terres qui s'opposoient à son passage; ces matériaux, lancés à une grande distance, retombent les uns sur les autres, et forment une éminence plus ou moins considérable, à proportion de la durée et de la violence de l'éruption. Comme toutes les terres rejetées sont pénétrées de feu, et la plupart converties en cendres ardentes, l'éminence qui en est composée est une montagne de feu solide, dans laquelle s achève la vitrification d'une grande partie de la matiere par le fondant des cendres; dès lors cette matiere fondue fait effort pour s'écouler, et la lave éclate et jaillit ordinairement au pied de la nouvelle montagne qui vient de la produire : mais dans les petits volcans, qui n'ont pas assez de force pour lancer au loin les matières qu'ils rejettent, la lave sort du haut de la montagne. On voit cet effet dans les éruptions du Vésuve : la lave semble s'élever jusque dans le cratère; le volcan vomit auparavant des pierres et des cendres qui, retombant à-plomb sur l'ancien cratère, ne font que l'augmenter; et c'est à travers cette matière additionnelle nouvellement tombée que la lave s'ouvre une issue. Ces deux effets, quoique différens en apparence, sont néanmoins les mêmes : car, dans un petit volcan qui, comme le Vésuve, n'a pas assez de puissance pour enfanter de nouvelles montagnes en projetant au loin les matières qu'il rejette, toutes tombent sur le sommet; elles en augmentent la hauteur, et c'est au pied de cette nouvelle couronne de matière que la lave s'ouvre un passage pour s'écouler. Ce dernier effort est ordinairement suivi du calme du volcan; les secousses de la terre au dedans, les projections au dehors, cessent dès que la lave coule : mais les torrens de ce verre en fusion produisent des effets encore plus étendus, plus désastreux, que ceux du mouvement de la montagne dans son éruption; ces fleuves de feu ravagent, détruisent, et même dénaturent la surface de la terre. Il est comme impossible de leur opposer une digue; les malheureux habitans de Catane en ont fait la triste expérience : comme leur ville avoit souvent été détruite en total ou en partie par les torrens de lave, ils ont construit de très-fortes murailles de cinquante-cinq pieds de hauteur; environnés de ces remparts, ils se croyoient en sûreté : les murailles résistèrent en effet au feu et au poids du torrent, mais cette résistance ne servit qu'à le gonfler; il s'éleva jusqu'au dessus de ces remparts, retomba sur la ville, et détruisit tout ce qui se trouva sur son passage.

Ces torrens de lave ont souvent une demi-lieue et quelquefois jusqu'à deux lieues de largeur. « La dernière lave que nous avons traversée, dit M. Brydone, avant d'arriver à Catane, est d'une si vaste étendue, que je croyois qu'elle ne finiroit jamais; elle n'a certainement pas moins de six ou sept mille de large, et elle paroît être en plusieurs endroits d'une profondeur énorme : elle a chassé en arriere les eaux de la mer à plus d'un mille, et a formé un large promontoire élevé et noir, devant lequel il y a beaucoup d'eau. Cette lave est stérile et n'est couverte que de très-peu de terreau : cependant elle est ancienne; car au rapport de Diodore de Sicile, cette même lave a été vomie par l'Etna au temps de la seconde guerre punique : lorsque Syracuse étoit assiégée par les Romains, les habitans de *Taurominum* envoyèrent un détachement pour secourir les assiégés; les soldats furent arrêtés dans leur marche par ce torrent de lave qui avoit déjà gagné la mer avant leur arrivée au pied de la montagne; il leur coupa entièrement le passage. Ce fait, confirmé par d'autres auteurs et même par des inscriptions et des monumens, s'est passé il y a deux mille ans; et cependant cette lave n'est encore couverte que de quelques végétaux parsemés, et elle est absolument incapable de produire du

blé et des vins ; il y a seulement quelques gros arbres dans les crevasses qui sont remplies d'un bon terreau. La surface des laves devient avec le temps un sol très-fertile.

« En allant en Piémont, continue M. Brydone, nous passâmes sur un large pont construit entièrement de lave. Près de là, la rivière se plonge à travers une autre lave, qui est très-remarquable et probablement une des plus anciennes qui soient sorties de l'Etna ; le courant, qui est extrêmement rapide, l'a rongée en plusieurs endroits jusqu'à la profondeur de cinquante ou soixante pieds ; et selon M. Recupero, son cours occupe une longueur d'environ quarante milles : elle est sortie d'une éminence très-considérable sur la côte septentrionale de l'Etna ; et comme elle a trouvé quelques vallées qui sont à l'est, elle a pris son cours de ce côté : elle interrompt la rivière d'Alcantara à diverses reprises, et enfin elle arrive à la mer près de l'embouchure de cette rivière. La ville de Jaci et toutes celles de cette côte sont fondées sur des rochers immenses de laves, entassés les uns sur les autres, et qui sont en quelques endroits d'une hauteur surprenante ; car il paroît que ces torrens enflammés se durcissent en rochers dès qu'ils sont arrivés à la mer.... De Jaci à Catane on ne marche que sur la lave ; elle a formé toute cette côte, et, en beaucoup d'endroits, les torrens de lave ont repoussé la mer à plusieurs milles en arrière de ses anciennes limites... A Catane, près d'une voûte qui est à présent à trente pieds de profondeur, on voit un endroit escarpé où l'on distingue plusieurs couches de lave, avec une de terre très-épaisse sur la surface de chacune : s'il faut deux mille ans pour former sur la lave une légère couche de terre, il a dû s'écouler un temps plus considérable entre chacune des éruptions qui ont donné naissance à ces couches. On a percé à travers sept laves séparées, placées les unes sur les autres, et dont la plupart sont couvertes d'un lit épais de bon terreau ; ainsi la plus basse de ces couches paroît s'être formée il y a quatorze mille ans... En 1669, la lave forma un promontoire à Catane, dans un endroit où il y avoit plus de cinquante pieds de profondeur d'eau, et ce promontoire est élevé de cinquante autres pieds au dessus du niveau actuel de la mer. Ce torrent de lave sortit au dessous de Montpelieri, vint frapper contre cette montagne, se partagea ensuite en deux branches, et ravagea tout le pays qui est entre Montpelieri et Catane, dont elle escalada les murailles, avant de se verser dans la mer ; elle forma plusieurs collines où il y avoit autrefois des vallées, et combla un lac étendu et profond dont on n'aperçoit pas aujourd'hui le moindre vestige.... La côte de Catane à Syracuse est partout éloignée de trente milles au moins du sommet de l'Etna ; et néanmoins cette côte, dans une longueur de près de dix lieues, est formée des laves de ce volcan : la mer a été repoussée fort loin, en laissant des rochers élevés et des promontoires de laves qui défient la fureur des flots et leur présentent des limites qu'ils ne peuvent franchir. Il y avoit, dans le siècle de Virgile, un beau port au pied de l'Etna ; il n'en reste aucun vestige aujourd'hui : c'est probablement celui qu'on a appelé mal à propos *le port d'Ulysse*. On montre aujourd'hui le lieu de ce port à trois ou quatre milles dans l'intérieur du pays : ainsi la lave a gagné toute cette étendue sur la mer, et a formé tous ces nouveaux terrains... L'étendue de cette contrée couverte de laves et d'autres matières brûlées est, selon M. Recupero, de cent quatre-vingt-trois milles en circonférence, et ce cercle augmente encore à chaque grande éruption. »

Voilà donc une terre d'environ trois cents lieues superficielles toute couverte ou formée par les projections des volcans, dans laquelle, indépendamment du pic de l'Etna, l'on trouve d'autres montagnes en grand nombre qui toutes ont leurs cratères propres et nous démontrent autant de volcans particuliers : il ne faut donc pas regarder l'Etna comme un seul volcan, mais comme un assemblage, une gerbe de volcans, dont la plupart sont éteints ou brûlent d'un feu tranquille, et quelques autres, en petit nombre, agissent encore avec violence. Le haut sommet de l'Etna ne jette maintenant que des fumées, et, depuis très-long-temps, il n'a fait aucune projection au loin, puisqu'il est partout environné d'un terrain sans inégalités à plus de deux lieues de distance, et qu'au dessous de cette haute région couverte de neige on voit une large zone de grandes forêts, dont le sol est une bonne terre de plusieurs pieds d'épaisseur. Cette zone inférieure est, à la vérité, semée d'inégalités, et présente des éminences, des vallons, des collines, et même d'assez grosses montagnes : mais, comme presque toutes ces inégalités sont couvertes d'une grande épaisseur de terre, et qu'il faut une longue succession de temps pour que les matières volcanisées se convertissent en terre végétale, il me paroît qu'on peut regarder le sommet de l'Etna et les autres bou-

ches à feu qui l'environnoient jusqu'à quatre ou cinq lieues au dessous comme des volcans presque éteints, ou du moins assoupis depuis nombre de siècles; car les éruptions dont on peut citer les dates depuis deux mille cinq cents ans se sont faites dans la région plus basse, c'est-à-dire à cinq, six et sept lieues de distance du sommet. Il me paroît donc qu'il y a eu deux âges différens pour les volcans de la Sicile : le premier très-ancien, où le sommet de l'Etna a commencé d'agir, lorsque la mer universelle a laissé ce sommet à découvert et s'est abaissée à quelques centaines de toises au dessous; c'est dès lors que se sont faites les premières éruptions qui ont produit les laves du sommet et formé les collines qui se trouvent au dessous dans la région des forêts : mais ensuite les eaux, ayant continué de baisser, ont totalement abandonné cette montagne, ainsi que toutes les terres de la Sicile et des continens adjacens; et, après cette entière retraite des eaux, la Méditerranée n'étoit qu'un lac d'assez médiocre étendue, et ses eaux étoient très-éloignées de la Sicile et de toutes les contrées dont elle baigne aujourd'hui les côtes. Pendant tout ce temps, qui a duré plusieurs milliers d'années, la Sicile a été tranquille, l'Etna et les autres anciens volcans qui environnent son sommet ont cessé d'agir; et ce n'est qu'après l'augmentation de la Méditerranée par les eaux de l'Océan et de la mer Noire, c'est-à-dire après la rupture de Gibraltar et du Bosphore, que les eaux sont venues attaquer de nouveau les montagnes de l'Etna par leur base, et qu'elles ont produit les éruptions modernes et récentes, depuis le siècle de Pindare jusqu'à ce jour; car ce poète est le premier qui ait parlé des éruptions des volcans de la Sicile. Il en est de même du Vésuve : il a fait long-temps partie des volcans éteints de l'Italie, qui sont en très-grand nombre; et ce n'est qu'après l'augmentation de la mer Méditerranée que, les eaux s'en étant rapprochées, ses éruptions se sont renouvelées. La mémoire des premières, et même de toutes celles qui avoient précédé le siècle de Pline, étoit entièrement oblitérée; et l'on ne doit pas en être surpris, puisqu'il s'est passé peut-être plus de dix mille ans depuis la retraite entière des mers jusqu'à l'augmentation de la Méditerranee, et qu'il y a ce même intervalle de temps entre la première action du Vésuve et son renouvellement. Toutes ces considérations semblent prouver que les feux souterrains ne peuvent agir avec violence que quand ils sont assez voisins des mers pour éprouver un choc contre un grand volume d'eau : quelques autres phénomènes particuliers paroissent encore démontrer cette vérité. On a vu quelquefois les volcans rejeter une grande quantité d'eau, et aussi des torrens de bitume. Le P. *de La Torre*, très-habile physicien, rapporte que, le 10 mars 1755, il sortit du pied de la montagne de l'Etna un large torrent d'eau qui inonda les campagnes d'alentour. Ce torrent rouloit une quantité de sable si considérable, qu'elle remplit une plaine très-étendue. Ces eaux étoient fort chaudes. Les pierres et les sables laissés dans la campagne ne différoient en rien des pierres et du sable qu'on trouve dans la mer. Ce torrent d'eau fut immédiatement suivi d'un torrent de matière enflammée, qui sortit de la même ouverture.

Cette même éruption de 1755 s'annonça, dit M. d'Arthenay, par un si grand embrasement, qu'il éclairoit plus de vingt-quatre milles de pays du côté de Catane; les explosions furent bientôt si fréquentes, que, dès le 3 mars, on apercevoit une nouvelle montagne au dessus du sommet de l'ancienne, de la même manière que nous l'avons vu au Vésuve dans ces derniers temps. Enfin les jurats de Mascali ont mandé le 12, que le 9 du même mois les explosions devinrent terribles; que la fumée augmenta à tel point que le ciel en fut obscurci; qu'à l'entrée de la nuit il commença à pleuvoir un déluge de petites pierres, pesant jusqu'à trois onces, dont tout le pays et les cantons circonvoisins furent inondés; qu'à cette pluie affreuse, qui dura plus de cinq quarts d'heure, en succéda une autre de cendres noires, qui continua toute la nuit; que le lendemain, sur les huit heures du matin, le sommet de l'Etna vomit un fleuve d'eau comparable au Nil; que les anciennes laves les plus impraticables par leurs montuosités, leurs coupures, et leurs pointes, furent en un clin d'œil converties par ce torrent en une vaste plaine de sable; que l'eau, qui heureusement n'avoit coulé que pendant un demi-quart d'heure, étoit très-chaude; que les pierres et les sables qu'elle avoit charriés avec elle ne différoient en rien des pierres et du sable de la mer; qu'après l'inondation il étoit sorti de la même bouche un petit ruisseau de feu qui coula pendant vingt-quatre heures; que le 11, à un mille environ au dessous de cette bouche, il se fit une crevasse par où déboucha une lave qui pouvoit avoir cent toises de largeur et deux milles d'étendue, et

qu'elle continuoit son cours au travers de la campagne le jour même que M. d'Arthenay écrivoit cette relation.

Voici ce que dit M. Brydone, au sujet de cette éruption : « Une partie des belles forêts qui composent la seconde région de l'Etna fut détruite en 1755 par un très-singulier phénomène. Pendant une éruption du volcan, un immense torrent d'eau bouillante sortit, *à ce qu'on imagine*, du grand cratère de la montagne, en se répandant en un instant sur sa base, en renversant et détruisant tout ce qu'il rencontra dans sa course. Les traces de ce torrent étoient encore visibles (en 1770). Le terrain commençoit à recouvrer sa verdure et sa végétation, qui ont paru quelque temps avoir été anéanties. Le sillon que ce torrent d'eau a laissé semble avoir environ un mille et demi de largeur, et davantage en quelques endroits. Les gens éclairés du pays croient communément que le volcan a quelque communication avec la mer, et qu'il éleva cette eau par une force de succion. Mais, dit M. Brydone, l'absurdité de cette opinion est trop évidente pour avoir besoin d'être réfutée; la force de succion seule, même en supposant un vide parfait, ne pourroit jamais élever l'eau à plus de trente-trois ou trente-quatre pieds, ce qui est égal au poids d'une colonne d'air dans toute la hauteur de l'atmosphère. » Je dois observer que M. Brydone me paroît se tromper ici, puisqu'il confond la force du poids de l'atmosphère avec la force de succion produite par l'action du feu. Celle de l'air, lorsqu'on fait le vide, est en effet limitée à moins de trente-quatre pieds; mais la force de succion ou d'aspiration du feu n'a point de bornes; elle est, dans tous les cas, proportionnelle à l'activité et à la quantité de la chaleur qui l'a produite, comme on le voit dans les fourneaux où l'on adapte des tuyaux aspiratoires. Ainsi l'opinion *des gens éclairés du pays*, loin d'être absurde, me paroît bien fondée: il est nécessaire que les cavités des volcans communiquent avec la mer; sans cela ils ne pourroient vomir ces immenses torrens d'eau, ni même faire aucune éruption, puisque aucune puissance, à l'exception de l'eau choquée contre le feu, ne peut produire d'aussi violens effets.

Le volcan Pacayita, nommé *volcan de l'eau* par les Espagnols, jette des torrens d'eau dans toutes ses éruptions; la dernière détruisit, en 1773, la ville de Guatimala, et les torrens d'eau et de laves descendirent jusqu'à la mer du Sud.

On a observé sur le Vésuve, qu'il vient de la mer un vent qui pénètre dans la montagne : le bruit qui se fait entendre en certaines cavités, comme s'il passoit quelque torrent par dessous, cesse aussitôt que les vents de terre soufflent; et on s'aperçoit en même temps que les exhalaisons de la bouche du Vésuve deviennent beaucoup moins considérables; au lieu que lorsque le vent vient de la mer, ce bruit semblable à un torrent recommence, ainsi que les exhalaisons de flamme et de fumée, les eaux de la mer s'insinuant aussi dans la montagne, tantôt en grande, tantôt en petite quantité; et il est arrivé plusieurs fois à ce volcan de rendre en même temps de la cendre et de l'eau.

Un savant, qui a comparé l'état moderne du Vésuve avec son état actuel, rapporte que, pendant l'intervalle qui précéda l'éruption de 1631, l'espèce d'entonnoir qui forme l'intérieur du Vésuve s'étoit revêtu d'arbres et de verdure; que la petite plaine qui le terminoit étoit abondante en excellens pâturages; qu'en partant du bord supérieur du gouffre, on avoit un mille à descendre pour arriver à cette plaine, et qu'elle avoit, vers son milieu, un autre gouffre dans lequel on descendoit également pendant un mille, par des chemins étroits et tortueux, qui conduisoient dans un espace plus vaste, entouré de cavernes, d'où il sortoit des *vents si impétueux et si froids, qu'il étoit impossible d'y résister*. Suivant le même observateur, la sommité du Vésuve avoit alors cinq milles de circonférence. Après cela, on ne doit point être étonné que quelques physiciens aient avancé que ce qui semble former aujourd'hui deux montagnes n'en étoit qu'une autrefois; que le volcan étoit au centre; mais que le côté méridional s'étant éboulé par l'effet de quelque éruption, il avoit formé ce vallon qui sépare le Vésuve du mont *Somma*.

M. Steller observe que les volcans de l'Asie septentrionale sont presque toujours isolés, qu'ils ont à peu près la même croûte ou surface, et qu'on trouve toujours des lacs sur le sommet et des eaux chaudes au pied des montagnes où les volcans se sont éteints. « C'est, dit-il, une nouvelle preuve de la correspondance que la nature a mise entre la mer, les montagnes, les volcans, et les eaux chaudes. » On trouve nombre de ces eaux chaudes dans différens endroits de Kamtschatka. L'île de Sjauw, à quarante lieues de Ternate, a un volcan dont on voit souvent sortir de l'eau, des cendres, etc.

Mais il est inutile d'accumuler ici des faits en plus grand nombre pour prouver la communication des volcans avec la mer : la violence de leurs éruptions seroit seule suffisante pour le faire présumer ; et le fait général de la situation près de la mer de tous les volcans actuellement agissans achève de le démontrer. Cependant, comme quelques physiciens ont nié la réalité et même la possibilité de cette communication des volcans à la mer, je ne dois pas laisser échapper un fait que nous devons à feu M. de La Condamine, homme aussi véridique qu'éclairé. Il dit « qu'étant monté au sommet du Vésuve, le 4 juin 1755, et même sur les bords de l'entonnoir qui s'est formé autour de la bouche du volcan depuis sa dernière explosion, il aperçut dans le gouffre, à environ quarante toises de profondeur, une grande cavité en voûte vers le nord de la montagne : il fit jeter de grosses pierres dans cette cavité, et il compta à sa montre douze secondes avant qu'on cessât de les entendre rouler ; à la fin de leur chute, on crut entendre un bruit semblable à celui que feroit une pierre en tombant dans un bourbier ; et quand on n'y jetoit rien, on entendoit un bruit semblable à celui des flots agités. » Si la chute de ces pierres jetées dans le gouffre s'étoit faite perpendiculairement et sans obstacles, on pourroit conclure des douze secondes de temps une profondeur de deux mille cent soixante pieds, ce qui donneroit au gouffre du Vésuve plus de profondeur que le niveau de la mer ; car, selon le P. *de La Torre*, cette montagne n'avoit, en 1753, que seize cent soixante-dix-sept pieds d'élévation au dessus de la surface de la mer ; et cette élévation est encore diminuée depuis ce temps. Il paroît donc hors de doute que les cavernes de ce volcan descendent au dessous du niveau de la mer, et que par conséquent il peut avoir communication avec elle.

J'ai reçu d'un témoin oculaire et bon observateur une note bien faite et détaillée sur l'état du Vésuve, le 15 juillet de cette même année 1753 : je vais la rapporter, comme pouvant servir à fixer les idées sur ce que l'on doit présumer et craindre des effets de ce volcan, dont la puissance me paroît etre bien affoiblie.

« Rendu au pied du Vésuve, distant de Naples de deux lieues, on monte pendant une heure et demie sur des ânes, et l'on en emploie autant pour faire le reste du chemin à pied ; c'en est la partie la plus escarpée et la plus fatigante ; on se tient à la ceinture de deux hommes qui précèdent, et l'on marche dans les cendres et dans les pierres anciennement élancées.

« Chemin faisant, on voit les laves des différentes éruptions : la plus ancienne qu'on trouve, dont l'âge est incertain, mais à qui la tradition donne deux cents ans, est de couleur gris de fer, et a toutes les apparences d'une pierre ; elle s'emploie actuellement pour le pavé de Naples et pour certains ouvrages de maçonnerie. On en trouve d'autres, qu'on dit être de soixante, de quarante et de vingt ans ; la dernière est de l'année 1752... Ces différentes laves, à l'exception de la plus ancienne, ont de loin l'apparence d'une terre brune, noirâtre, raboteuse, plus ou moins fraîchement labourée. Vue de près, c'est une matière absolument semblable à celle qui reste du fer épuré dans les fonderies ; elle est plus ou moins composée de terre et de minéral ferrugineux, et approche plus ou moins de la pierre.

« Arrivé à la cime qui, avant les éruptions, étoit solide, on trouve un premier bassin, dont la circonférence, dit-on, a deux mille d'Italie, et dont la profondeur paroît avoir quarante pieds, entouré d'une croûte de terre de cette même hauteur, qui va en s'épaississant vers sa base, et dont le bord supérieur a deux pieds de largeur. Le fond de ce premier bassin est couvert d'une matière jaune, verdâtre, sulfureuse, durcie, et chaude, sans être ardente, qui, par différentes crevasses, laisse sortir de la fumée.

« Dans le milieu de ce premier bassin, on en voit un second, qui a moitié de la circonférence du premier, et pareillement la moitié de sa profondeur ; son fond est couvert d'une matière brune, noirâtre, telle que les laves les plus fraîches qui se trouvent sur la route.

« Dans ce second bassin s'élève un monticule creux dans son intérieur, ouvert dans sa cime, et pareillement ouvert depuis sa cime jusqu'à sa base, vers le côté de la montagne où l'on monte. Cette ouverture latérale peut avoir à la cime vingt pieds, et à la base quatre pieds de largeur. La hauteur du monticule est environ de quarante pieds ; le diamètre de sa base peut en avoir autant, et celui de l'ouverture de sa cime la moitié.

« Cette base, élevée au dessus du second bassin d'environ vingt pieds, forme un troisième bassin actuellement rempli d'une matière liquide et ardente, dont le coup d'œil est entièrement semblable au métal fondu qu'on voit dans les fourneaux d'une fonderie. Cette matière bouillonne continuel-

lement avec violence; son mouvement a l'apparence d'un lac médiocrement agité, et le bruit qu'il produit est semblable à celui des vagues.

« De minute en minute, il se fait de cette matière des élans comme ceux d'un gros jet d'eau ou de plusieurs jets d'eau réunis ensemble. Ces élans produisent une gerbe ardente qui s'élève à la hauteur de trente à quarante pieds, et retombe en différens arcs, partie dans son propre bassin, partie dans le fond du second bassin couvert de la matière noire : c'est la lueur réfléchie de ces jets ardens, quelquefois peut-être l'extrémité supérieure de ces jets mêmes, qu'on voit depuis Naples pendant la nuit. Le bruit que font ces élans dans leur élévation et dans leur chute paroît composé de celui que fait un feu d'artifice en partant, et de celui que produisent les vagues poussées par un vent violent contre un rocher.

« Ces bouillonnemens entremêlés de ces élans produisent un transvasement continuel de cette matiere. Par l'ouverture de quatre pieds qui se trouve à la base du monticule, on voit couler, sans discontinuer, un ruisseau ardent de la largeur de l'ouverture, qui, dans un canal incliné et avec un mouvement moyen, descend dans le second bassin, couvert de matière noire, s'y divise en plusieurs ruisselets encore ardens, s'y arrête, et s'y éteint.

« Ce ruisseau ardent est actuellement une nouvelle lave qui ne coule que depuis huit jours; et si elle continue et augmente, elle produira avec le temps un nouveau dégorgement dans la plaine, semblable à celui qui se fit il y a deux ans : le tout est accompagné d'une épaisse fumée qui n'a point l'odeur du soufre, mais celle précisément que répand un fourneau où l'on cuit des tuiles.

« On peut, sans aucun danger, faire le tour de la cime sur le bord de la croûte, parce que le monticule creusé d'où partent les jets ardens est assez distant des bords pour ne laisser rien à craindre; on peut pareillement sans danger descendre dans le premier bassin; on pourroit même se tenir sur les bords du second, si la réverbération de la matiere ardente ne l'empêchoit.

« Voilà l'état actuel du Vésuve, ce 15 juillet 1753 : il change sans cesse de forme et d'aspect; il ne jette actuellement point de pierres, et l'on n'en voit sortir aucune flamme [1]. »

1. Note communiquée à M. de Buffon, et envoyée de Naples, au mois de septembre 1753.

Cette observation semble prouver évidemment que le siége de l'embrasement de ce volcan, et peut-être de tous les autres volcans, n'est pas à une grande profondeur dans l'intérieur de la montagne, et qu'il n'est pas nécessaire de supposer leur foyer au niveau de la mer ou plus bas, et de faire partir de là l'explosion dans le temps des éruptions; il suffit d'admettre des cavernes et des fentes perpendiculaires au dessous, ou plutôt à côté du foyer, lesquelles servent de tuyaux d'aspiration et de ventilateurs au fourneau du volcan.

M. de La Condamine, qui a eu plus qu'aucun autre physicien les occasions d'observer un grand nombre de volcans dans les Cordilières, a aussi examiné le mont Vésuve et toutes les terres adjacentes.

« Au mois de juin 1755, le sommet du Vésuve formoit, dit-il, un entonnoir ouvert dans un amas de cendres, de pierres calcaires, et de soufre, qui brûloit encore de distance en distance, qui teignoit le sol de sa couleur, et qui s'exhaloit par diverses crevasses, dans lesquelles la chaleur étoit assez grande pour enflammer en peu de temps un bâton enfoncé à quelques pieds dans ces fentes.

« Les éruptions de ce volcan sont fréquentes depuis plusieurs années; et chaque fois qu'il lance des flammes et vomit des matières liquides, la forme extérieure de la montagne et sa hauteur reçoivent des changemens considérables..... Dans une petite plaine à mi-côte, entre la montagne de cendres et de pierres sorties du volcan, est une enceinte demi-circulaire de rochers escarpés de deux cents pieds de haut, qui bordent cette petite plaine du côté du nord. On peut voir d'après les soupiraux récemment ouverts dans les flancs de la montagne, les endroits par où se sont échappés, dans le temps de sa dernière éruption, les torrens de lave dont tout ce vallon est rempli.

« Ce spectacle présente l'apparence de flots métalliques refroidis et congelés; on peut s'en former une idée imparfaite en imaginant une mer d'une matière épaisse et tenace dont les vagues commenceroient à se calmer. Cette mer avoit ses îles : ce sont des masses isolées, semblables à des rochers creux et spongieux, ouverts en arcades et en grottes bizarrement percées, sous lesquelles la matiere ardente et liquide s'étoit fait des dépôts ou des réservoirs qui ressembloient à des fourneaux. Ces grottes, leurs voûtes, et leurs piliers.... étoient chargés de scories suspendues en forme de grappes

irrégulières de toutes les couleurs et de toutes les nuances.

« Toutes les montagnes ou coteaux des environs de Naples seront visiblement reconnus à l'examen pour des amas de matières vomies par des volcans qui n'existent plus, et dont les éruptions antérieures aux histoires ont vraisemblablement formé les ports de Naples et Pouzzol. Ces mêmes matières se reconnoissent sur toute la route de Naples à Rome, et aux portes de Rome même...

« Tout l'intérieur de la montagne de Frascati.... la chaîne de collines qui s'étend de cet endroit à Grotta-Ferrata, à Castel Gandolfo jusqu'au lac d'Albano, la montagne de Tivoli en grande partie, celle de Caprarola, de Viterbe, etc., sont composées de divers lits de pierres calcinées, de cendres pures, de scories, de matières semblables au mâchefer, à la terre cuite, à la lave proprement dite, enfin toutes pareilles à celles dont est composé le sol de Portici, et à celles qui sont sorties des flancs du Vésuve sous tant de formes différentes.... Il faut donc nécessairement que toute cette partie de l'Italie ait été bouleversée par des volcans.

« Le lac d'Albano, dont les bords sont semés de matieres calcinées, n'est que la bouche d'un ancien volcan, etc.... La chaîne des volcans d'Italie s'étend jusqu'en Sicile, et offre encore un assez grand nombre de foyers visibles sous différentes formes. En Toscane, les exhalaisons de *Firenzuola*, les eaux thermales de *Pise;* dans l'État ecclésiastique, celles de *Viterbe*, de *Norcia*, de *Nocera*, etc. ; dans le royaume de Naples, celles d'*Ischia*, la *Solfatara*, le Vésuve; en Sicile et dans les îles voisines de l'Etna, les volcans de *Lipari*, *Stromboli*, etc., d'autres volcans de la même chaîne éteints ou épuisés de temps immémorial, n'ont laissé que des résidus, qui, bien qu'ils ne frappent pas toujours au premier aspect, n'en sont pas moins reconnoissables aux yeux attentifs.

« Il est vraisemblable, dit M. l'abbé Mecati, que dans les siècles passés, le royaume de Naples avoit, outre le Vésuve, plusieurs autres volcans....

« Le mont Vésuve, dit le P. *de La Torre*, semble une partie détachée de cette chaîne de montagnes qui, sous le nom d'*Apennins*, divise toute l'Italie dans sa longueur.... Ce volcan est composé de trois monts différens : l'un est le Vésuve proprement dit; les deux autres sont les monts *Somma* et d'*Otajano*. Ces deux derniers, placés plus occidentalement, forment une espèce de demi-cercle autour du Vésuve, avec lequel ils ont des racines communes.

« Cette montagne étoit autrefois entourée de campagnes fertiles, et couverte elle-même d'arbres et de verdure, excepté sa cime, qui étoit plate et stérile, et où l'on voyoit plusieurs cavernes entr'ouvertes. Elle étoit environnée de quantité de rochers qui en rendoient l'accès difficile, et dont les pointes, qui étoient fort hautes, cachoient le vallon élevé qui se trouve entre le Vésuve et les monts *Somma* et d'*Otajano*. La cime du Vésuve, qui s'est abaissée depuis considérablement, se faisant alors beaucoup plus remarquer, il n'est pas étonnant que les anciens aient cru qu'il n'avoit qu'un sommet....

« La largeur du vallon est, dans toute son étendue, de deux mille deux cent vingt pieds de Paris, et sa longueur équivaut à peu près à sa largeur.... il entoure la moitié du Vésuve.... et il est, ainsi que tous les côtés du Vésuve, rempli de sable brûlé et de petites pierres ponces. Les rochers qui s'étendent des monts *Somma* et d'*Otajano* offrent tout au plus quelques brins d'herbes, tandis que ces monts sont extérieurement couverts d'arbres et de verdure. Ces rochers paroissent, au premier coup d'œil, des pierres brûlées; mais, en les observant attentivement, on voit qu'ils sont, ainsi que les rochers de ces autres montagnes, composés de lits de pierres naturelles, de terre couleur de châtaigne, de craie et de pierres blanches qui ne paroissent nullement avoir été liquéfiées par le feu....

« On voit autour du Vésuve les ouvertures qui s'y sont faites en différens temps, et par lesquelles sortent les laves, ces torrens de matières, qui sortent quelquefois des flancs, et qui tantôt courent sur la croupe de la montagne, se répandent dans les campagnes, et quelquefois jusqu'à la mer, et s'endurcissent comme une pierre lorsque la matière vient à se refroidir....

« A la cime du Vésuve on ne voit qu'une espèce d'ourlet ou de rebord de quatre à cinq palmes de large, qui, prolongé autour de la cime, décrit une circonférence de cinq mille six cent vingt-quatre pieds de Paris. On peut marcher commodément sur ce rebord. Il est tout couvert d'un sable brûlé, qui est rouge en quelques endroits, et sous lequel on trouve des pierrres partie naturelles, partie calcinées.... On remarque, dans deux élévations de ce rebord, des lits de pierres naturelles, arrangées comme dans toutes les montagnes; ce qui détruit le sen-

timent de ceux qui regardent le Vésuve comme une montagne qui s'est élevée peu à peu au dessus du plan du vallon....

« La profondeur du gouffre où la matière bouillonne est de cinq cent quarante-trois pieds : pour la hauteur de la montagne depuis sa cime jusqu'au niveau de la mer, elle est de seize cent soixante-dix-sept pieds, qui font le tiers d'un mille d'Italie.

« Cette hauteur a vraisemblablement été plus considérable. Les éruptions qui ont changé la forme extérieure de la montagne en ont aussi diminué l'élévation par les parties qu'elles ont détachées du sommet, et qui ont roulé dans le gouffre. »

D'après tous ces exemples, si nous considérons la forme extérieure que nous présentent la Sicile et les autres terres ravagées par le feu, nous reconnoîtrons évidemment qu'il n'existe aucun volcan simple et purement isolé. La surface de ces contrées offre partout une suite et quelquefois une gerbe de volcans. On vient de le voir au sujet de l'Etna, et nous pouvons en donner un second exemple dans l'Hécla. L'Islande, comme la Sicile, n'est en grande partie qu'un groupe de volcans, et nous allons le prouver par les observations.

L'Islande entière ne doit être regardée que comme une vaste montagne parsemée de cavités profondes, cachant dans son sein des amas de minéraux, de matières vitrifiées et bitumineuses, et s'élevant de tous côtés du milieu de la mer qui la baigne, en forme d'un cône court et écrasé. Sa surface ne présente à l'œil que des sommets de montagnes blanchis par des neiges et des glaces, et plus bas l'image de la confusion et du bouleversement. C'est un énorme monceau de pierres et de rochers brisés, quelquefois poreux et à demi calcinés, effrayans par la noirceur et les traces de feu qui y sont empreintes. Les fentes et les creux de ces rochers ne sont remplis que d'un sable rouge, et quelquefois noir ou blanc; mais dans les vallées que les montagnes forment entre elles, on trouve des plaines agréables.

La plupart des *jokuts*, qui sont des montagnes de médiocre hauteur, quoique couvertes de glaces, et qui sont dominées par d'autres montagnes plus élevées, sont des volcans qui, de temps à autre, jettent des flammes et causent des tremblemens de terre; on en compte une vingtaine dans toute l'île. Les habitans des environs de ces montagnes ont appris, par leurs observations, que lorsque les glaces et la neige s'élèvent à une hauteur considérable, et qu'elles ont bouché les cavités par lesquelles il est anciennement sorti des flammes, on doit s'attendre à des tremblemens de terre, qui sont suivis immanquablement d'éruptions de feu. C'est par cette raison qu'à présent les Hollandois craignent que les jokuts qui jetèrent des flammes, en 1728, dans le canton de Skatfield, ne s'enflamment bientôt, la glace et la neige s'étant accumulées sur leur sommet, et paroissant fermer les soupiraux qui favorisent les exhalaisons de ces feux souterrains.

En 1721, le jokut appelé *Koetlegan*, à cinq ou six lieues à l'ouest de la mer, auprès de la baie de Portland, s'enflamma après plusieurs secousses de tremblement de terre. Cet incendie fondit des morceaux de glace d'une grosseur énorme, d'où se formèrent des torrens impétueux qui portèrent fort loin l'inondation avec la terreur, et entraînèrent jusqu'à la mer des quantités prodigieuses de terre, de sable et de pierres. Les masses solides de glace et l'immense quantité de terre, de pierres et de sable qu'emporta cette inondation, comblerent tellement la mer, qu'à un demi-mille des côtes il s'en forma une petite montagne qui paroissoit encore au dessus de l'eau en 1750. On peut juger combien cette inondation amena de matières à la mer, puisqu'elle la fit remonter ou plutôt reculer à douze milles au delà de ses anciennes côtes.

La durée entiere de cette inondation fut de trois jours, et ce ne fut qu'après ce temps qu'on put passer au pied des montagnes comme auparavant....

L'Hécla, que l'on a toujours regardé comme un des plus fameux volcans de l'univers à cause de ses éruptions terribles, est aujourd'hui un des moins dangereux de l'Islande. Les monts de Koëtlegan dont on vient de parler, et le mont Krafle, ont fait récemment autant de ravages que l'Hécla en faisoit autrefois. On remarque que ce dernier volcan n'a jeté des flammes que dix fois dans l'espace de huit cents ans; savoir, dans les années 1104, 1157, 1222, 1300, 1341, 1362, 1389, 1558, 1636, et pour la dernière fois en 1693. Cette éruption commença le 13 février, et continua jusqu'au mois d'août suivant. Tous les autres incendies n'ont de même duré que quelques mois. Il faut donc observer que l'Hécla ayant fait les plus grands ravages au quatorzième siècle, à quatre reprises différentes, a été tout-à-fait tranquille pendant le quinzième, et a cessé de jeter du feu pendant cent soixante ans. Depuis cette époque il n'a fait qu'une seule éruption au seizième siècle, et

deux au dix-septième. Actuellement on n'aperçoit sur ce volcan ni feu, ni fumée, ni exhalaisons; on y trouve seulement dans quelques petits creux, ainsi que dans beaucoup d'autres endroits de l'île, de l'eau bouillante, des pierres, du sable et des cendres.

En 1726, après quelques secousses de tremblemens de terre, qui ne furent sensibles que dans les cantons du nord, le mont Krafle commença à vomir, avec un fracas épouvantable, de la fumée, du feu, des cendres et des pierres. Cette éruption continua pendant deux ou trois ans, sans faire aucun dommage, parce que tout retomboit sur ce volcan ou autour de sa base.

En 1728, le feu s'étant communiqué à quelques montagnes situées près du Krafle, elles brûlèrent pendant plusieurs semaines. Lorsque les matières minérales qu'elles renfermoient furent fondues, il s'en forma un ruisseau de feu qui coula fort doucement vers le sud, dans les terrains qui sont au dessous de ces montagnes. Ce ruisseau brûlant s'alla jeter dans un lac, à trois lieues du mont Krafle, avec un grand bruit, et en formant un bouillonnement et un tourbillon d'écume horrible. La lave ne cessa de couler qu'en 1729, parce qu'alors vraisemblablement la matière qui la formoit étoit épuisée. Ce lac fut rempli d'une grande quantité de pierres calcinées, qui firent considérablement élever ses eaux: il a environ vingt lieues de circuit, et il est situé à une pareille distance de la mer. On ne parlera pas des autres volcans d'Islande; il suffit d'avoir fait remarquer les plus considérables.

On voit, par cette description, que rien ne ressemble plus aux volcans secondaires de l'Etna que les jokuts de l'Hécla; que dans tous deux le haut sommet est tranquille; que celui du Vésuve s'est prodigieusement abaissé, et que probablement ceux de l'Etna et de l'Hécla étoient autrefois beaucoup plus élevés qu'ils ne le sont aujourd'hui.

Quoique la topographie des volcans, dans les autres parties du monde, ne nous soit pas aussi bien connue que celle des volcans d'Europe, nous pouvons néanmoins juger, par analogie et par la conformité de leurs effets, qu'ils se ressemblent à tous égards: tous sont situés dans les îles ou sur le bord des continens; presque tous sont environnés de volcans secondaires; les uns sont agissans, les autres éteints ou assoupis; et ceux-ci sont en bien plus grand nombre, même dans les Cordilières, qui paroissent être le domaine le plus ancien des volcans. Dans l'Asie méridionale, les îles de la Sonde, les Moluques et les Philippines, ne retracent que destruction par le feu, et sont encore pleines de volcans. Les îles du Japon en contiennent de même un assez grand nombre: c'est le pays de l'univers qui est aussi le plus sujet aux tremblemens de terre; il y a des fontaines chaudes en beaucoup d'endroits. La plupart des îles de l'océan Indien et de toutes les mers de ces régions orientales ne nous présentent que des pics et des sommets isolés qui vomissent le feu, que des côtes et des rivages tranchés, restes d'anciens continens qui ne sont plus: il arrive même encore souvent aux navigateurs d'y rencontrer des parties qui s'affaissent journellement; et l'on y a vu des îles entières disparoître ou s'engloutir avec leurs volcans sous les eaux. Les mers de la Chine sont chaudes; preuve de la forte effervescence des bassins maritimes en cette partie: les ouragans y sont affreux; on y remarque souvent des trombes; les tempêtes sont toujours annoncées par un bouillonnement général et sensible des eaux, et par divers météores et autres exhalaisons dont l'atmosphère se charge et se remplit.

Le volcan de Ténériffe a été observé par le docteur Thomas Heberden, qui a résidé plusieurs années au bourg d'Oratava, situé au pied du pic; il trouva en y allant quelques grosses pierres dispersées de tous côtés à plusieurs lieues du sommet de cette montagne: les unes paroissent entières, d'autres semblent avoir été brûlées et jetées à cette distance par le volcan. En montant la montagne, il vit encore des rochers brûlés qui étoient dispersés en assez grosses masses.

« En avançant, dit-il, nous arrivâmes à la fameuse grotte de Zegds, qui est environnée de tous côtés par des masses énormes de rochers brûlés...

« A un quart de lieue plus haut, nous trouvâmes une plaine sablonneuse, du milieu de laquelle s'élève une pyramide de sable ou de cendres jaunâtres, que l'on appelle *le pain de sucre*. Autour de sa base, on voit sans cesse transpirer des vapeurs fuligineuses: de là jusqu'au sommet, il peut y avoir un demi-quart de lieue; mais la montée en est très-difficile par sa hauteur escarpée et le peu d'assiette qu'on trouve dans tout ce terrain....

« Cependant nous parvînmes à ce que l'on appelle *la Chaudière*. Cette ouverture a douze ou quinze pieds de profondeur; ses côtés, se rétrécissant toujours jusqu'au fond,

forment une concavité qui ressemble à un cône tronqué dont la base seroit renversée... La terre en est fort chaude; et d'environ vingt soupiraux, comme d'autant de cheminées, s'exhale une fumée ou vapeur épaisse, dont l'odeur est très-sulfureuse. Il semble que tout le sol soit mêlé ou poudré de soufre; ce qui lui donne une surface brillante et colorée...

« On aperçoit une couleur verdâtre, mêlée d'un jaune brillant comme de l'or, presque sur toutes les pierres qu'on trouve aux environs : une autre partie peu étendue de ce pain de sucre est blanche comme la chaux; et une autre, plus basse, ressemble à de l'argile rouge qui seroit couverte de sel.

« Au milieu d'un autre rocher nous découvrîmes un trou qui n'avoit pas plus de deux pouces de diametre, d'où procédoit un bruit pareil à celui d'un volume considérable d'eau qui bouilliroit sur un grand feu. »

Les Açores, les Canaries, les îles du cap Vert, l'île de l'Ascension, les Antilles, qui paroissent être les restes des anciens continens qui réunissoient nos contrées à l'Amérique, ne nous offrent presque toutes que des pays brûlés ou qui brûlent encore. Les volcans anciennement submergés avec les contrées qui les portoient, excitent sous les eaux des tempêtes si terribles, que, dans une de ces tourmentes arrivées aux Açores, le suif des sondes se fondoit par la chaleur du fond de la mer. (*Add. Buff.*)

Des volcans éteints.

* Le nombre des volcans éteints est sans comparaison beaucoup plus grand que celui des volcans actuellement agissans; on peut même assurer qu'il s'en trouve en très-grande quantité dans presque toutes les parties de la terre. Je pourrois citer ceux que M. de La Condamine a remarqué dans les Cordilières, ceux que M. Fresnaye a observés à Saint-Domingue, dans le voisinage du Port-au-Prince, ceux du Japon et des autres îles orientales et méridionales de l'Asie, dont presque toutes les contrées habitées ont autrefois été ravagées par le feu; mais je me bornerai à donner pour exemple ceux de l'Ile-de-France et de l'île de Bourbon, que quelques voyageurs instruits ont reconnus d'une maniere évidente.

« Le terrain de l'Ile-de-France est recouvert, dit M. l'abbé de La Caille, d'une quantité prodigieuse de pierres de toutes sortes de grosseurs, dont la couleur est cendrée noire; une grande partie est criblée de trous : elles contiennent la plupart beaucoup de fer, et la surface de la terre est couverte de mines de ce métal; on y trouve aussi beaucoup de pierres ponces, surtout sur la côte nord de l'île, des laves ou espèces de laitier de fer, des grottes profondes et d'autres vestiges manifestes de volcans éteints...

« L'île de Bourbon, continue M. l'abbé de La Caille, quoique plus grande que l'Ile-de-France, n'est cependant qu'une grosse montagne, qui est comme fendue dans toute sa hauteur en trois endroits différens. Son sommet est couvert de bois et inhabité, et sa pente, qui s'étend jusqu'à la mer, est défrichée et cultivée dans les deux tiers de son contour; le reste est recouvert de laves d'un volcan qui brûle lentement et sans bruit : il ne paroît même un peu ardent que dans la saison des pluies...

« L'île de l'Ascension est visiblement formée et brûlée par un volcan; elle est couverte d'une terre rouge semblable à de la brique pilée ou à de la glaise brûlée... L'île est composée de plusieurs montagnes d'élévation moyenne, comme de cent à cent cinquante toises : il y en a une plus grosse qui est au sud-est de l'île, haute d'environ quatre cents toises... Son sommet est double et allongé; mais toutes les autres sont terminées en cône assez parfait et couvertes de terre rouge : la terre et une partie des montagnes sont jonchées d'une quantité prodigieuse de roches criblées d'une infinité de trous, de pierres calcaires et fort légères, dont un grand nombre ressemble à du laitier; quelques-unes sont recouvertes d'un vernis blanc sale, tirant sur le vert : il y a aussi beaucoup de pierres ponces. »

Le célèbre Cook dit que, dans une excursion que l'on fit dans l'intérieur de l'île d'Otaïti, on trouva que les rochers avoient été brûlés comme ceux de Madère, et que toutes les pierres portoient des marques incontestables du feu; qu'on aperçoit aussi des traces de feu dans l'argile qui est sur les collines, et que l'on peut supposer qu'Otaïti et nombre d îles voisines sont les débris d'un continent qui a été englouti par l'explosion d'un feu souterrain. Philippe Carteret dit qu'une des îles de la Reine-Charlotte, située vers le 11° 10' de latitude sud, est d'une hauteur prodigieuse et d'une figure conique, et que son sommet a la forme d'un entonnoir, dont on voit sortir de la fumée, mais point de flammes; que sur le côté le plus

méridional de la terre de la Nouvelle-Bretagne se trouvent trois montagnes, de l'une desquelles il sort une grosse colonne de fumée.

[1] L'on trouve des basaltes à l'île de Bourbon, où le volcan, quoique affoibli, est encore agissant; à l'Ile-de-France, où tous les feux sont éteints; à Madagascar, où il y a des volcans agissans et d'autres éteints: mais pour ne parler que des basaltes qui se trouvent en Europe, on sait, à n'en pouvoir douter, qu'il y en a des masses considérables en Irlande, en Angleterre, en Auvergne, en Saxe sur les bords de l'Elbe, en Misnie sur la montagne de Cotteuer, à Marienbourg, à Weilbourg dans le comté de Nassau, à Lauterbach, à Bilstein, dans plusieurs endroits de la Hesse, dans la Lusace, dans la Bohême, etc. Ces basaltes sont les plus belles laves qu'aient produites les volcans qui sont actuellement éteints dans toutes ces contrées: mais nous nous contenterons de donner ici l'extrait des descriptions détaillées des volcans éteints qui se trouvent en France.

« Les montagnes d'Auvergne, dit M. Guettard, qui ont été, à ce que je crois, autrefois des volcans..... sont celles de Volvic à deux lieues de Riom, du Puy-de-Dôme proche Clermont et du mont d'Or. Le volcan de Volvic a formé par ses laves différens lits posés les uns sur les autres, qui composent ainsi des masses énormes, dans lesquelles on a pratiqué des carrières qui fournissent de la pierre à plusieurs endroits assez éloignés de Volvic.... Ce fut à Moulins que je vis les laves pour la première fois... et étant à Volvic, je reconnus que la montagne n'étoit presque qu'un composé de différentes matières qui sont jetées dans les éruptions des volcans...

« La figure de cette montagne est conique; sa base est formée par des rochers de granite gris blanc, ou d'une couleur de rose pâle.... le reste de la montagne n'est qu'un amas de pierres ponces, noirâtres ou rougeâtres, entassées les unes sur les autres sans ordre ni liaison.... Aux deux tiers de la montagne, on rencontre des espèces de rochers irréguliers, hérissés de pointes informes contournées en tous sens, de couleur rouge obscur, ou d'un noir sale et mat, et d'une substance dure et solide, sans avoir de trous comme les pierres ponces... Avant d'arriver au sommet, on trouve un trou large de quelques toises, d'une forme conique, et qui approche d'un entonnoir... La partie de la montagne qui est au nord et à l'est m'a paru n'être que de pierres ponces... Les bancs de pierre de Volvic suivent l'inclinaison de la montagne, et semblent se continuer sur cette montagne, et avoir communication avec ceux que les ravins mettent à découvert un peu au dessous du sommet... Ces pierres sont d'un gris de fer qui semble se charger d'une fleur blanche qu'on diroit en sortir comme une efflorescence: elles sont dures, quoique spongieuses et remplies de petits trous irréguliers.

« La montagne du Puy-de-Dôme n'est qu'une masse de matière qui n'annonce que les effets les plus terribles du feu le plus violent... Dans les endroits qui ne sont point couverts de plantes et d'arbres, on ne marche que parmi des pierres ponces, sur des quartiers de laves et dans une espèce de gravier ou de sable formé par une sorte de mâchefer et par de très-petites pierres ponces mêlées de cendres...

« Ces montagnes présentent plusieurs pics, qui ont tous une cavité moins large au fond qu'à l'ouverture... Un de ces pics, le chemin qui y conduit, et tout l'espace qui se trouve de là jusqu'au Puy-de-Dôme, ne sont qu'un amas de pierres ponces; et il en est de même pour ce qui est des autres pics, qui sont au nombre de quinze ou seize, placés sur la même ligne, du sud au nord, et qui ont tous des entonnoirs.

« Le sommet du pic du mont d'Or est un rocher d'une pierre d'un blanc cendré tendre, semblable à celle du sommet des montagnes de cette terre volcanisée; elle est seulement un peu moins légère que celle du Puy-de-Dôme. Si je n'ai pas trouvé sur cette montagne des vestiges de volcan en aussi grande quantité qu'aux deux autres, cela vient en grande partie de ce que le mont d'Or est plus couvert, dans toute son étendue, de plantes et de bois que la montagne de Volvic et le Puy-de-Dôme... Cependant la partie sud-ouest est entièrement découverte et n'est remplie que de pierres et de rochers qui me paroissent avoir été exempts des effets du feu...

« Mais la pointe du mont d'Or est un cône pareil à ceux de Volvic et du Puy-de-Dôme: à l'est de cette pointe est le pic *du Capucin*, qui affecte également la figure conique; mais la sienne n'est pas aussi régulière que celle des précédens: il semble même que ce pic ait plus souffert dans sa composition; tout y paroît plus irrégulier, plus rompu, plus brisé... Il y a encore plusieurs pics dont la base est appuyée sur le dos de la montagne; ils sont tous dominés

par le mont d'Or, dont la hauteur est de cinq cent neuf toises... Le pic du mont d'Or est très-roide; il finit en une pointe de quinze ou vingt pieds de large en tous sens...

« Plusieurs montagnes entre Thiers et Saint-Chaumont ont une figure conique; ce qui me fait penser, dit M. Guettard, qu'elles pouvoient avoir brûlé... Quoique je n'aie pas été à Pontgibault, j'ai des preuves que les montagnes de ce canton sont des volcans éteints; j'en ai reçu des morceaux de laves qu'il étoit facile de reconnoître pour tels par les points jaunes et noirâtres d'une matiere vitrifiée, qui est le caractere le plus certain d'une pierre de volcan. »

Le même M. Guettard et M. Faujas ont trouvé sur la rive gauche du Rhône, et assez avant dans le pays, de très-gros fragmens de basaltes en colonnes... En remontant dans le Vivarais, ils ont trouvé dans un torrent un amas prodigieux de matieres de volcan, qu'ils ont suivi jusqu'à sa source: il ne leur a pas été difficile de reconnoître le volcan : c'est une montagne fort élevée, sur le sommet de laquelle ils ont trouvé la bouche d'environ quatre-vingts pieds de diamètre : la lave est partie visiblement du dessous de cette bouche; elle a coulé en grandes masses par les ravins l'espace de sept ou huit mille toises; la matiere s'est amoncelée toute brûlante en certains endroits; venant ensuite à s'y figer, elle s'est gercée et fendue dans toute sa hauteur, et a laissé toute la plaine couverte d'une quantité innombrable de colonnes, depuis quinze jusqu'à trente pieds de hauteur, sur environ sept pouces de diamètre.

« Ayant été me promener à Montferrier, dit M. Montet, village éloigné de Montpellier d'une lieue... je trouvai quantité de pierres noires détachées les unes des autres, de différentes figures et grosseurs... et les ayant comparées avec d'autres qui sont certainement l'ouvrage des volcans... je les trouvai de même nature que ces dernieres: ainsi je ne doutai point que ces pierres de Montferrier ne fussent elles-mêmes une lave très-dure ou une matiere fondue par un volcan éteint depuis un temps immémorial. Toute la montagne de Montferrier est parsemée de ces pierres ou laves; le village en est bâti en partie, et les rues en sont pavées... Ces pierres présentent, pour la plupart, à leurs surfaces, de petits trous ou de petites porosités qui annoncent bien qu'elles sont formées d'une matiere fondue par un volcan; on trouve cette lave répandue dans toutes les terres qui avoisinent Montferrier...

« Du côté de Pézenas, les volcans éteints y sont en grand nombre... toute la contrée en est remplie, principalement depuis le cap d'Agde, qui est lui-même un volcan éteint, jusqu'au pied de la masse des montagnes qui commencent à cinq lieues au nord de cette côte, et sur le penchant ou à peu de distance desquelles sont situés les villages de Livran, Peret, Fontès, Néfiez, Gabian, Faugères. On trouve, en allant du midi au nord, une espèce de cordon ou de chapelet fort remarquable, qui commence au cap d'Agde, et qui comprend les monts Saint-Thibery et le Causse (montagnes situées au milieu des plaines de Bressan); le pic de la tour de Valros, dans le territoire de ce village; le pic de Montredon au territoire de Tourbes, et celui de Sainte-Marthe auprès du prieuré royal de Cassan, dans le territoire de Gabian. Il part encore du pied de la montagne, à la hauteur du village de Fontès, une longue et large masse qui finit au midi auprès de la grange des Prés.... et qui est terminée, dans la direction du levant au couchant, entre le village de Caus et celui de Nizas... Ce canton a cela de remarquable, qu'il n'est presque qu'une masse de lave, et qu'on observe au milieu une bouche ronde d'environ deux cents toises de diamètre, aussi reconnoissable qu'il soit possible, qui a formé un étang qu'on a depuis desséché, au moyen d'une profonde saignée faite entièrement dans une lave dure et formée par couches, ou plutôt par ondes immédiatement contiguës...

« On trouve, dans ces endroits, de la lave et des pierres ponces; presque toute la ville de Pézenas est pavée de lave; le rocher d'Agde n'est que de la lave très-dure, et toute cette ville est bâtie et pavée de cette lave, qui est très-noire. . Presque tout le territoire de Gabian, où l'on voit la fameuse fontaine de pétrole, est parsemé de laves et de pierres ponces.

« On trouve aussi au Causse de Basan et de Saint-Thibery une quantité considérable de basaltes..... qui sont ordinairement des prismes à six faces, de dix à quatorze pieds de long... Ces basaltes se trouvent dans un endroit où les vestiges d'un ancien volcan sont on ne peut pas plus reconnoissables.

« Les bains de Balaruc..... nous offrent partout les débris d'un volcan éteint; les pierres qu'on y rencontre ne sont que des pierres ponces de différentes grosseurs...

« Dans tous les volcans que j'ai exami-

nés, j'ai remarqué que la matière ou les pierres qu'ils ont vomie sont sous différentes formes : les unes sont en masse contiguë, très-dures et pesantes, comme le rocher d'Agde : d'autres, comme celles de Montferrier et la lave de Tourbes, ne sont point en masses ; ce sont des pierres détachées, d'une pesanteur et d'une dureté considérables. »

M. Villet, de l'Académie de Marseille, m'a envoyé, pour le Cabinet du roi, quelques échantillons de laves et d'autres matières trouvées dans les volcans éteints de Provence, et il m'écrit qu'à une lieue de Toulon on voit évidemment les vestiges d'un ancien volcan, et qu'étant descendu dans une ravine au pied de cet ancien volcan de la montagne d'Ollioules, il fut frappé, à l'aspect d'un rocher détaché du haut, de voir qu'il étoit calciné ; qu'apres en avoir brisé quelques morceaux, il trouva, dans l'intérieur, des parties sulfureuses si bien caractérisées, qu'il ne douta plus de l'ancienne existence de ces volcans éteints aujourd'hui.

M. Valmont de Bomare a observé, dans le territoire de Cologne, les vestiges de plusieurs volcans éteints.

Je pourrois citer un très-grand nombre d'autres exemples qui tous concourent à prouver que le nombre des volcans éteints est peut-être cent fois plus grand que celui des volcans actuellement agissans, et l'on doit observer qu'entre ces deux états il y a, comme dans tous les autres effets de la nature, des états mitoyens, des degrés et des nuances dont on ne peut saisir que les principaux points. Par exemple, les solfatares ne sont ni des volcans agissans, ni des volcans éteints, et semblent participer des deux. Personne ne les a mieux décrites qu'un de nos savans académiciens, M. Fougeroux de Bondaroy, et je vais rapporter ici ses principales observations.

« La solfatare située à quatre milles de Naples à l'ouest, et à deux milles de la mer, est fermée par des montagnes qui l'entourent de tous côtés. Il faut monter pendant environ une demi-heure avant que d'y arriver. L'espace compris entre les montagnes forme un bassin d'environ douze cents pieds de longueur sur huit cents pieds de largeur. Il est dans un fond par rapport à ces montagnes, sans cependant être aussi bas que le terrain qu'on a été obligé de traverser pour y arriver. La terre qui forme le fond de ce bassin est un sable très-fin, uni et battu ; le terrain est sec et aride, les plantes n'y croissent point; la couleur du sable est jaunâtre... Le soufre qui s'y trouve en grande quantité, réuni avec ce sable, sert sans doute à le colorer.

« Les montagnes qui terminent la plus grande partie du bassin n'offrent que des rochers dépouillés de terre et de plantes ; les uns fendus, dont les parties sont brûlées et calcinées, et qui tous n'offrent aucun arrangement et n'ont aucun ordre dans leur position..... Ils sont recouverts d'une plus ou moins grande quantité de soufre qui se sublime dans cette partie de la montagne, et dans celle du bassin qui en est proche.

« Le côté opposé... offre un meilleur terrain..... aussi n'y voit-on pas de fourneaux pareils à ceux dont nous allons parler, et qui se trouvent communément dans la partie que l'on vient de décrire.

« Dans plusieurs endroits du fond du bassin on voit des ouvertures, des fenêtres, ou des bouches d'où il sort de la fumée accompagnée d'une chaleur qui brûleroit vivement les mains, mais qui n'est pas assez grande pour allumer du papier....

« Les endroits voisins donnent une chaleur qui se fait sentir à travers les souliers; et il s'en exhale une odeur de soufre désagréable... Si l'on fait entrer dans le terrain un morceau de bois pointu, il sort aussitôt une vapeur, une fumée pareille à celle qu'exhalent les fentes naturelles.....

« Il se sublime, par les ouvertures, du soufre en petite quantité, et un sel connu sous le nom de sel *ammoniac*, et qui en a les caractères.....

« On trouve sur plusieurs des pierres qui environnent la solfatare, des filets d'alun qui y a fleuri naturellement..... Enfin on retire encore du soufre de la solfatare..... Cette substance est contenue dans des pierres de couleur grisâtre, parsemées de parties brillantes, qui dénotent celles du soufre cristallisé entre celles de la pierre..... ; et ces pierres sont aussi quelquefois chargées d'alun.....

« En frappant du pied dans le milieu du bassin, on reconnoît aisément que le terrain en est creux en dessous.

« Si l'on traverse le côté de la montagne le plus garni de fourneaux, et qu'on la descende, on trouve des laves, des pierres ponces, des écumes de volcans, etc., enfin tout ce qui, par comparaison avec les matières que donne aujourd'hui le Vésuve, peut démontrer que la solfatare a formé la bouche d'un volcan.....

« Le bassin de la solfatare a souvent changé

de forme; on peut conjecturer qu'il en prendra encore d'autres, différentes de celle qu'il offre aujourd'hui : ce terrain se mine et se creuse tous les jours; il forme maintenant une voûte qui couvre un abîme... Si cette voûte venoit à s'affaisser, il est probable que, se remplissant d'eau, elle produiroit un lac. »

M. Fougeroux de Bondaroy a aussi fait plusieurs observations sur les solfatares de quelques autres endroits de l'Italie.

« J'ai été, dit-il, jusqu'à la source d'un ruisseau que l'on passe entre Rome et Tivoli, et dont l'eau a une forte odeur de soufre... elle forme deux petits lacs d'environ quarante toises dans leur plus grande étendue.....

« L'un de ces lacs, suivant la corde que nous avons été obligés de filer, a en certains endroits jusqu'à soixante, soixante-dix, ou quatre-vingts brasses.... On voit sur ces eaux plusieurs petites îles flottantes, qui changent quelquefois de place.... elles sont produites par des plantes réduites en une espèce de tourbe, sur lesquelles les eaux, quoique corrosives, n'ont plus de prise.....

« J'ai trouvé la chaleur de ces eaux de 20 degrés, tandis que le thermomètre à l'air libre étoit à 18 degrés; ainsi les observations que nous avons faites n'indiquent qu'une très-foible chaleur dans ces eaux.... elles exhalent une odeur fort désagréable... et cette vapeur change la couleur des végétaux et celle du cuivre.

« La solfatare de Viterbe, dit M. l'abbé Mazéas, n'a une embouchure que de trois à quatre pieds; ses eaux bouillonnent et exhalent une odeur de foie de soufre, et pétrifient aussi leurs canaux, comme celles de Tivoli.... Leur chaleur est au degré de l'eau bouillante, quelquefois au dessous... Des tourbillons de fumée qui s'en élèvent quelquefois, annoncent une chaleur plus grande; et néanmoins le fond du bassin est tapissé des mêmes plantes qui croissent au fond des lacs et des marais : ces eaux produisent du vitriol dans les terrains ferrugineux, etc.

« Dans plusieurs montagnes de l'Apennin, et principalement celles qui sont sur le chemin de Bologne à Florence, on trouve des feux ou simplement des vapeurs qui n'ont besoin que de l'approche d'une flamme pour brûler elles-mêmes.....

« Les feux de la montagne Cenida, proche Pietramala, sont placés à différentes hauteurs de la montagne, sur laquelle on compte quatre bouches à feu qui jettent des flammes.... Un de ces feux est dans un espace circulaire entouré de buttes..... La terre y paroît brûlée, et les pierres sont plus noires que celles des environs; il en sort çà et là une flamme bleue, vive, ardente, claire, qui s'élève à trois ou quatre pieds de hauteur..... Mais au delà de l'espace circulaire on ne voit aucun feu, quoique à plus de soixante pieds du centre des flammes, on s'aperçoive encore de la chaleur que conserve le terrain.....

« Le long d'une fente ou crevasse voisine du feu, on entend un bruit sourd comme seroit celui d'un vent qui traverseroit un souterrain..... Près de ce lieu on trouve deux sources d'eau chaude..... Ce terrain, dans lequel le feu existe depuis du temps, n'est ni enfoncé ni relevé..... On ne voit près du foyer aucune pierre de volcan, ni rien qui puisse annoncer que ce feu ait jeté; cependant des monticules près de cet endroit rassemblent tout ce qui peut prouver qu'elles ont été anciennement formées ou au moins changées par les volcans..... En 1767, on ressentit même des secousses de tremblemens de terre dans les environs, sans que le feu changeât, ni qu'il donnât plus ou moins de fumée.

« Environ à dix lieues de Modène, dans un endroit appelé *Barigazzo*, il y a encore cinq ou six bouches où paroissent des flammes dans certains temps, qui s'éteignent par un vent violent : il y a aussi des vapeurs qui demandent l'approche d'un corps enflammé pour prendre feu... Mais, malgré les restes non équivoques d'anciens volcans éteints, qui subsistent dans la plupart de ces montagnes, les feux qui s'y voient aujourd'hui ne sont point de nouveaux volcans qui s'y forment, puisque ces feux ne jettent aucune substance de volcans. »

Les eaux thermales, ainsi que les fontaines de pétrole, et des autres bitumes et huiles terrestres, doivent être regardées comme une autre nuance entre les volcans éteints et les volcans en action : lorsque les feux souterrains se trouvent voisins d'une mine de charbon, ils la mettent en distillation, et c'est là l'origine de la plupart des sources de bitume; ils causent de même la chaleur des eaux thermales qui coulent dans leur voisinage. Mais ces feux souterrains brûlent tranquillement aujourd'hui; on ne reconnoît leurs anciennes explosions que par les matieres qu'ils ont autrefois rejetées : ils ont cessé d'agir lorsque les mers s'en sont éloignées; et je ne crois pas,

comme je l'ai dit, qu'on ait jamais à craindre le retour de ces funestes explosions, puisqu'il y a toute raison de penser que la mer se retirera de plus en plus. (*Add. Buff.*)

Des laves et basaltes.

* A tout ce que nous venons d'exposer au sujet des volcans, nous ajouterons quelques considérations sur le mouvement des laves, sur le temps nécessaire à leur refroidissement, et sur celui qu'exige leur conversion en terre végétale.

La lave qui s'écoule ou jaillit du pied des éminences formées par les matières que le volcan vient de rejeter, est un verre impur en liquéfaction, et dont la matière tenace et visqueuse n'a qu'une demi-fluidité ; ainsi les torrens de cette matière vitrifiée coulent lentement en comparaison des torrens d'eau, et néanmoins ils arrivent souvent à d'assez grandes distances : mais il y a dans ces torrens de feu un mouvement de plus que dans les torrens d'eau ; ce mouvement tend à soulever toute la masse qui coule, et il est produit par la force expansive de la chaleur dans l'intérieur du torrent embrasé ; la surface extérieure se refroidissant la première, le feu liquide continue à couler au dessous ; et comme l'action de la chaleur se fait en tous sens, ce feu, qui cherche à s'échapper, soulève les parties supérieures déjà consolidées, et souvent les force à s'élever perpendiculairement : c'est de là que proviennent ces grosses masses de laves en forme de rochers qui se trouvent dans le cours de presque tous les torrens où la pente n'est pas rapide. Par l'effort de cette chaleur intérieure, la lave fait souvent des explosions, sa surface s'entr'ouvre, et la matière liquide jaillit de l'intérieur et forme ces masses élevées au dessus du niveau du torrent. Le P. *de La Torre* est, je crois, le premier qui ait remarqué ce mouvement intérieur dans les laves ardentes ; et ce mouvement est d'autant plus violent qu'elles ont plus d'épaisseur et que la pente est plus douce : c'est un effet général et commun dans toutes les matières liquéfiées par le feu, et dont on peut donner des exemples que tout le monde est à portée de vérifier dans les forges [1]. Si l'on observe les gros lingots de fonte de fer qu'on appelle *gueuses*, qui coulent dans un moule ou canal dont la pente est presque horizontale, on s'apercevra aisément qu'elles tendent à se courber en effet d'autant plus qu'elles ont plus d'épaisseur [2]. Nous avons démontré, par les expériences rapportées dans les mémoires précédens, que les temps de la consolidation sont à très-peu près proportionnels aux épaisseurs, et que la surface de ces lingots étant déjà consolidée, l'intérieur en est encore liquide : c'est cette chaleur intérieure qui soulève et fait bomber le lingot ; et si son épaisseur étoit plus grande, il y auroit, comme dans les torrens de lave, des explosions, des ruptures à la surface, et des jets perpendiculaires de matière métallique poussée au dehors par l'action du feu renfermé dans l'intérieur du lingot. Cette explication, tirée de la nature même de la chose, ne laisse aucun doute sur l'origine de ces éminences qu'on trouve fréquemment dans les vallées et les plaines que les laves ont parcourues et couvertes.

Mais, lorsqu'après avoir coulé de la montagne et traversé les campagnes, la lave toujours ardente arrive aux rivages de la mer, son cours se trouve tout à coup arrêté : le torrent de feu se jette comme un ennemi puissant, et fait d'abord reculer les flots ; mais l'eau, par son immensité, par sa froide résistance et par la puissance de saisir et d'éteindre le feu, consolide en peu d'instans la matière du torrent, qui dès lors ne peut aller plus loin, mais s'élève, se charge de nouvelles couches, et forme un mur à-plomb,

1. La lave des fourneaux à fondre le fer subit les mêmes effets. Lorsque cette matière vitreuse coule lentement sur la *dame*, et qu'elle s'accumule à sa base, on voit se former des éminences, qui sont des bulles de verre concaves, sous une forme hémisphérique. Ces bulles crèvent, lorsque la force expansive est très-active, et que la matière a moins de fluidité ; alors il en sort avec bruit un jet rapide de flamme : lorsque cette matière vitreuse est assez adhérente pour souffrir une grande dilatation, ces bulles, qui se forment à sa surface, prennent un volume de huit à dix pouces de diamètre sans se crever, lorsque la vitrification en est moins achevée, et qu'elle a une consistance visqueuse et tenace ; ces bulles occupent peu de volume, et la matière, en s'affaissant sur elle-même, forme des éminences concaves, que l'on nomme *yeux de crapaud*. Ce qui se passe ici en petit dans le *laitier* des fourneaux de forge, arrive en grand dans les laves des volcans.

2. Je ne parle pas ici des autres causes particulières, qui souvent occasionnent la courbure des lingots de fonte. Par exemple, lorsque la fonte n'est pas bien fluide, lorsque le moule est trop humide, ils se courbent beaucoup plus, parce que ces causes concourent à augmenter l'effet de la première : ainsi l'humidité de la terre sur laquelle coulent les torrens de la lave aide encore à la chaleur intérieure à en soulever la masse, et à la faire éclater en plusieurs endroits par des explosions suivies de ces jets de matière dont nous avons parlé.

de la hauteur duquel le torrent de lave tombe alors perpendiculairement et s'applique contre le mur à-plomb qu'il vient de former : c'est par cette chute et par le saisissement de la matiere ardente que se forment les prismes de basalte [1], et leurs colonnes articulées. Ces prismes sont ordinairement à cinq, six, ou sept faces, et quelquefois à quatre ou à trois, comme aussi à huit ou neuf faces : leurs colonnes sont formées par la chute perpendiculaire de la lave dans les flots de la mer, soit qu'elle tombe du haut des rochers de la côte, soit qu'elle forme elle-même le mur à-plomb qui produit sa chute perpendiculaire : dans tous les cas, le froid et l'humidité de l'eau qui saisissent cette matiere toute pénétrée de feu, en consolidant les surfaces au moment même de sa chute, les faisceaux qui tombent du torrent de lave dans la mer, s'appliquent les uns contre les autres ; et comme la chaleur intérieure des faisceaux tend à les dilater, ils se font une résistance réciproque, et il arrive le même effet que dans le renflement des pois, ou plutôt des graines cylindriques, qui seroient pressées dans un vaisseau clos rempli d'eau qu'on feroit bouillir ; chacune de ces graines deviendroit hexagone par la compression réciproque ; et de même chaque faisceau de lave devient à plusieurs faces par la dilatation et la résistance réciproques ; et lorsque la résistance des faisceaux environnans est plus forte que la dilatation du faisceau environné, au lieu de devenir hexagone, il n'est que de trois, quatre, ou cinq faces ; au contraire, si la dilatation du faisceau environné est plus forte que la résistance de la matière environnante, il prend sept, huit, ou neuf faces, toujours sur sa longueur, ou plutôt sur sa hauteur perpendiculaire.

Les articulations transversales de ces colonnes prismatiques sont produites par une cause encore plus simple : les faisceaux de lave ne tombent pas comme une gouttière réguliere et continue, ni par masses égales : pour peu donc qu'il y ait d'intervalle dans la chute de la matiere, la colonne à demi consolidée à sa face supérieure s'affaisse en creux par le poids de la masse qui survient, et qui dès lors se moule en convexe dans la concavité de la premiere ; et c'est ce qui forme les espèces d'articulations qui se trouvent dans la plupart de ces colonnes prismatiques : mais lorsque la lave tombe dans l'eau par une chute égale et continue, alors la colonne de basalte est aussi continue dans toute sa hauteur, et l'on n'y voit point d'articulations. De même, lorsque, par une explosion, il s'élance du torrent de lave quelque masse isolée, cette masse prend alors une figure globuleuse ou elliptique, ou même tortillée en forme de câble ; et l'on peut rappeler à cette explication simple toutes les formes sous lesquelles se présentent les basaltes et les laves figurées.

C'est à la rencontre du torrent de lave avec les flots et à sa prompte consolidation, qu'on doit attribuer l'origine de ces côtes hardies qu'on voit dans toutes les mers qui sont au pied des volcans. Les anciens remparts de basalte, qu'on trouve aussi dans l'intérieur des continens, démontrent la présence de la mer et son voisinage des volcans dans le temps que leurs laves ont coulé : nouvelle preuve qu'on peut ajouter à toutes celles que nous avons données de l'ancien séjour des eaux sur toutes les terres actuellement habitées.

Les torrens de lave ont depuis cent jusqu'à deux et trois mille toises de largeur, et quelquefois cent cinquante et même deux cents pieds d'épaisseur ; et comme nous avons trouvé par nos expériences que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement du fer comme 132 sont à 236 [2], et que les temps respectifs de leur consolidation sont à peu près dans ce même rapport [3], il est aisé d'en conclure que, pour consolider une épaisseur de dix pieds de verre ou de lave, il faut 201 21/59 minutes, puisqu'il faut 360 minutes pour la consolidation de dix pieds d'épaisseur de fer ; par conséquent il faut 4028 minutes, ou 67 heures 8 minutes, pour la consolidation de deux cents pieds d'épaisseur de lave : et, par la même regle, on trouvera qu'il faut environ onze fois plus de temps, c'est-à-dire 30 jours 17/24, ou un mois, pour que la surface de cette lave de deux cents pieds d'épaisseur soit assez froide pour qu'on puisse la toucher : d'où il résulte qu'il faut un an pour refroidir une lave de deux cents pieds d'épaisseur assez pour qu'on puisse la toucher sans se brûler à un pied de profondeur, et qu'à dix pieds de profondeur elle sera encore assez chaude au bout de dix ans

1. Je n'examinerai point ici l'origine de ce nom *basalte*, que M. Desmarest, savant naturaliste de l'Académie des Sciences, croit avoir été donné par les anciens à deux pierres de nature différente : et je ne parle ici que du *basalte lave*, qui est en forme de colonnes prismatiques.

2. Voyez le *Mémoire sur le refroidissement de la terre et des planètes*.

3. Voyez ibid.

pour qu'on ne puisse la toucher, et cent ans pour être refroidie au même point jusqu'au milieu de son épaisseur. M. Brydone rapporte qu'après plus de quatre ans la lave qui avoit coulé en 1766 au pied de l'Etna n'étoit pas encore refroidie. Il dit aussi « avoir vu une couche de lave de quelques pieds, produite par l'éruption du Vésuve, qui resta rouge de chaleur au centre, long-temps après que la surface fut refroidie, et qu'en plongeant un bâton dans ses crevasses il prenoit feu à l'instant, quoiqu'il n'y eût au dehors aucune apparence de chaleur. » *Massa*, auteur sicilien, digne de foi, dit « qu'étant à Catane, huit ans après la grande éruption de 1669, il trouva qu'en plusieurs endroits la lave n'étoit pas encore froide. »

M. le chevalier Hamilton laissa tomber des morceaux de bois sec dans une fente de lave du Vésuve, vers la fin d'avril 1771; ils furent enflammés dans l'instant : quoique cette lave fût sortie du volcan le 19 octobre 1767, elle n'avoit point de communication avec le foyer du volcan; et l'endroit où il fit cette expérience étoit éloigné au moins de quatre milles de la bouche d'où cette lave avoit jailli. Il est très-persuadé qu'il faut bien des années avant qu'une lave de l'épaisseur de celle-ci (d'environ deux cents pieds) se refroidisse.

Je n'ai pu faire des expériences sur la consolidation et le refroidissement qu'avec des boulets de quelques pouces de diamètre; le seul moyen de faire ces expériences plus en grand seroit d'observer les laves, et de comparer les temps employés à leur consolidation et refroidissement selon leurs différentes épaisseurs : je suis persuadé que ces observations confirmeroient la loi que j'ai établie pour le refroidissement depuis l'état de fusion jusqu'à la température actuelle; et quoiqu'à la rigueur ces nouvelles observations ne soient pas nécessaires pour confirmer ma théorie, elles serviroient à remplir le grand intervalle qui se trouve entre un boulet de canon et une planète.

Il nous reste à examiner la nature des laves et à démontrer qu'elles se convertissent, avec le temps, en une terre fertile; ce qui nous rappelle l'idée de la première conversion des scories du verre primitif qui couvroient la surface entière du globe après sa consolidation.

« On ne comprend pas sous le nom de laves, dit M. de La Condamine, toutes les matières sorties de la bouche d'un volcan, telles que les cendres, les pierres ponces, le gravier, le sable; mais seulement celles qui, réduites par l'action du feu dans un état de liquidité, forment en se refroidissant des masses solides dont la dureté surpasse celle du marbre. Malgré cette restriction, on conçoit qu'il y aura encore bien des espèces de laves, selon le différent degré de fusion du mélange, selon qu'il participera plus ou moins du métal, et qu'il sera plus ou moins intimement uni avec diverses matières. J'en distingue surtout trois espèces, et il y en a bien d'intermédiaires. La lave la plus pure ressemble, quand elle est polie, à une pierre d'un gris sale et obscur; elle est lisse, dure, pesante, parsemée de petits fragmens semblables à du marbre noir, et de pointes blanchâtres; elle paroît contenir des parties métalliques; elle ressemble, au premier coup d'œil, à la serpentine, lorsque la couleur de la lave ne tire point sur le vert; elle reçoit un assez beau poli, plus ou moins vif dans ses différentes parties; on en fait des tables, des chambranles de cheminée, etc.

« La lave la plus grossière est inégale et raboteuse; elle ressemble fort à des scories de forges ou écumes de fer. La lave la plus ordinaire tient un milieu entre ces deux extrêmes; c'est celle que l'on voit répandue en grosses masses sur les flancs du Vésuve et dans les campagnes voisines. Elle y a coulé par torrens : elle a formé en se refroidissant des masses semblables à des rochers ferrugineux et rouillés, et souvent épais de plusieurs pieds. Ces masses sont interrompues et souvent recouvertes par des amas de cendres et de matières calcinées.... C'est sous plusieurs lits alternatifs de laves, de cendres, et de terre, dont le total fait une croûte de soixante à quatre-vingts pieds d'épaisseur, qu'on a trouvé des temples, des portiques, des statues, un théâtre, une ville entière, etc..... »

« Presque toujours, dit M. Fougeroux de Bondaroy, immédiatement après l'éruption d'une terre brûlée ou d'une espèce de cendre..... le Vésuve jette la lave..... elle coule par les fentes qui sont faites à la montagne...

« La matière minérale enflammée, fondue, et coulante, ou la lave proprement dite, sort par les fentes ou crevasses avec plus ou moins d'impétuosité, et en plus ou moindre quantité, suivant la force de l'éruption; elle se répand à une distance plus ou moins grande, suivant son degré de fluidité, et suivant la pente de la montagne

qu'elle suit, qui retarde plus ou moins son refroidissement...

« Celle qui garnit maintenant une partie du terrain dans le bas de la montagne, et qui descend quelquefois jusqu'au pied de Portici... forme de grandes masses, dures, pesantes, et hérissées de pointes sur leur surface supérieure; la surface qui porte sur le terrain est plus plate : comme ces morceaux sont les uns sur les autres, ils ressemblent un peu aux flots de la mer; quand les morceaux sont plus grands et plus amoncelés, ils prennent la figure des rochers...

« En se refroidissant, la lave affecte différentes formes... La plus commune est en tables plus ou moins grandes; quelques morceaux ont jusqu'à six, sept, ou huit pieds de dimension : elle s'est ainsi cassée et rompue en cessant d'être liquide et en se refroidissant; c'est cette espèce de lave dont la superficie est hérissée de pointes.

« La seconde espèce ressemble à de gros cordages; elle se trouve toujours proche l'ouverture, paroît s'être figée promptement et avoir roulé avant de s'être durcie : elle est moins pesante que celle de la première espèce; elle est aussi plus fragile, moins dure et plus bitumineuse; en la cassant, on voit que sa substance est moins serrée que dans la première.....

« On trouve au haut de la montagne une troisième espèce de lave, qui est brillante, disposée en filets qui quelquefois se croisent; elle est lourde et d'un rouge violet.... Il y a des morceaux qui sont sonores et qui ont la figure de stalactites.... Enfin on trouve à certaines parties de la montagne, des laves qui affectoient une forme sphérique, et qui paroissoient avoir roulé. On conçoit aisément comment la forme de ces laves peut varier suivant une infinité de circonstances, etc. »

Il entre des matieres de toute espèce dans la composition des laves; on a tiré du fer et un peu de cuivre de celles du sommet du Vésuve; il y en a même quelques-unes d'assez métalliques pour conserver la flexibilité du métal : j'ai vu de grandes tables de lave de deux pouces d'épaisseur, travaillées et polies comme des tables de marbre, se courber par leur propre poids; j'en ai vu d'autres qui plioient sous une forte charge, mais qui reprenoient le plan horizontal par leur élasticité.

Toutes les laves, étant réduites en poudre, sont, comme le verre, susceptibles d'être converties, par l'intermede de l'eau, d'abord en argile, et peuvent devenir ensuite, par le mélange des poussières et des détrimens de végétaux, d'excellens terrains. Ces faits sont démontrés par les belles et grandes forêts qui environnent l'Etna, qui toutes sont sur un fond de lave recouvert d'une bonne terre de plusieurs pieds d'épaisseur; les cendres se convertissent encore plus vite en terre que les poudres de verre et de lave : on voit dans la cavité des cratères des anciens volcans actuellement éteints, des terrains fertiles; on en trouve de même sur le cours de tous les anciens torrens de lave. Les dévastations causées par les volcans sont donc limitées par le temps; et comme la nature tend toujours plus à produire qu'à détruire, elle répare, dans l'espace de quelques siècles, les dévastations du feu sur la terre, et lui rend sa fécondité en se servant même des matériaux lancés pour la destruction. (*Add. Buff.*)

ARTICLE XVII.

Des îles nouvelles, des cavernes, des fentes perpendiculaires, etc.

Les îles nouvelles se forment de deux façons, ou subitement par l'action des feux souterrains, ou lentement par le dépôt du limon des eaux. Nous parlerons d'abord de celles qui doivent leur origine à la première de ces deux causes. Les anciens historiens et les voyageurs modernes rapportent à ce sujet des faits, de la vérité desquels on ne peut guère douter. Sénèque assure que de son temps l'île de Thérasie [1] parut tout d'un coup à la vue des mariniers. Pline rapporte qu'autrefois il y eut treize îles dans la mer Méditerranée qui sortirent en même temps du fond des eaux, et que Rhodes et Délos sont les principales de ces treize îles nouvelles; mais il paroît par ce qu'il en dit, et par ce qu'en disent aussi Ammien Marcellin, Philon, etc., que ces treize îles n'ont pas été produites par un tremblement de terre, ni par une explosion souterraine : elles étoient auparavant cachées sous les eaux; et la mer en s'abaissant a laissé, disent-ils, ces îles à découvert; Délos avoit même le nom de *Pelagia*, comme ayant autrefois appartenu à la mer. Nous ne savons donc pas si l'on doit attribuer l'origine de ces treize îles nouvelles à l'action des feux souterrains, ou à quelque autre cause qui auroit produit un abaissement et une diminution des eaux dans la mer Méditerranée; mais Pline rapporte que l'île d'*Hiera* près de Thérasie a

1. Aujourd'hui Santorin.

été formée de masses ferrugineuses et de terres lancées du fond de la mer; et dans le chapitre 89, il parle de plusieurs autres îles formées de la même façon. Nous avons sur tout cela des faits plus certains et plus nouveaux.

Le 23 mai 1707, au lever du soleil, on vit de cette même île de Thérasie ou de Santorin, à deux ou trois milles en mer, comme un rocher flottant : quelques gens curieux y allèrent, et trouvèrent que cet écueil, qui étoit sorti du fond de la mer, augmentoit sous leurs pieds; et ils en rapportèrent de la pierre ponce et des huîtres que le rocher qui s'étoit élevé du fond de la mer tenoit encore attachées à sa surface. Il y avoit eu un petit tremblement de terre à Santorin deux jours avant la naissance de cet écueil. Cette nouvelle île augmenta considérablement jusqu'au 14 juin, sans accident, et elle avoit alors un demi-mille de tour, et vingt à trente pieds de hauteur; la terre étoit blanche, et tenoit un peu de l'argile : mais après cela la mer se troubla de plus en plus, il s'en éleva des vapeurs qui infectoient l'île de Santorin; et le 16 juillet on vit dix-sept ou dix-huit rochers sortir à la fois du fond de la mer; ils se réunirent. Tout cela se fit avec un bruit affreux qui continua plus de deux mois, et des flammes qui s'élevoient de la nouvelle île; elle augmentoit toujours en circuit et en hauteur, et les explosions lançoient toujours des rochers et des pierres à plus de sept milles de distance. L'île de Santorin elle-même a passé chez les anciens pour une production nouvelle; et, en 726, 1427 et 1573 elle a reçu des accroissemens, et il s'est formé de petites îles auprès de Santorin[1]. Le même volcan qui du temps de Sénèque a formé l'île de Santorin, a produit, du temps de Pline, celle d'Hiera ou de Volcanelle, et de nos jours a formé l'écueil dont nous venons de parler.

Le 10 octobre 1720, on vit auprès de l'île de Tercère un feu considérable s'élever de la mer; des navigateurs s'en étant approchés par ordre du gouverneur, ils aperçurent, le 19 du même mois, une île qui n'étoit que feu et fumée, avec une prodigieuse quantité de cendres jetées au loin, comme par la force d'un volcan, avec un bruit pareil à celui du tonnerre. Il se fit en même temps un tremblement de terre qui se fit sentir dans les lieux circonvoisins, et on remarqua sur la mer une grande quantité de pierres ponces, surtout autour de la nouvelle île; ces pierres ponces voyagent, et on en a quelquefois trouvé une grande quantité dans le milieu même des grandes mers[2]. L'*Histoire de l'Académie*, année 1721, dit, à l'occasion de cet événement, qu'après un tremblement de terre dans l'île de Saint-Michel, l'une des Açores, il a paru à vingt-huit lieues au large, entre cette île et la Tercère, un torrent de feu qui a donné naissance à deux nouveaux écueils[3]. Dans le volume de l'année suivante 1722, on trouve le détail qui suit :

« M. Delisle a fait savoir à l'Académie plusieurs particularités de la nouvelle île entre les Açores, dont nous n'avions dit qu'un mot en 1721[4]; il les avoit tirées d'une lettre de M. de Montagnac, consul à Lisbonne.

« Un vaisseau ou il étoit mouilla, le 18 septembre 1721, devant la forteresse de la ville de Saint-Michel, qui est dans l'île du même nom, et voici ce qu'on apprit d'un pilote du port :

« La nuit du 7 au 8 décembre 1720, il y eut un grand tremblement de terre dans la Tercère et dans Saint-Michel, distantes l'une de l'autre de vingt-huit lieues, et l'île neuve sortit; on remarqua en même temps que la pointe de l'île de Pic, qui en étoit à trente lieues, et qui auparavant jetoit du feu, s'étoit affaissée et n'en jetoit plus : mais l'île neuve jetoit continuellement une grosse fumée; et effectivement elle fut vue du vaisseau où étoit M. de Montagnac, tant qu'il en fut à portée. Le pilote assura qu'il avoit fait dans une chaloupe le tour de l'île, en l'approchant le plus qu'il avoit pu. Du côté du sud il jeta la sonde, et fila soixante brasses sans trouver fond : du côté de l'ouest il trouva les eaux fort changées; elles étoient d'un blanc bleu et vert, qui sembloit du bas-fond, et qui s'étendoit à deux tiers de lieue; elles paroissoient vouloir bouillir : au nord-ouest, qui étoit l'endroit d'où sortoit la fumée, il trouva quinze brasses d'eau, fond de gros sable; il jeta une pierre à la mer, et il vit, à l'endroit où elle étoit tombée, l'eau bouillir et sauter en l'air avec impétuosité : le fond étoit si chaud, qu'il fondit deux fois de suite le suif qui étoit au bout du plomb. Le pilote observa encore de ce côté-là, que la fumée sortoit d'un petit lac borné d'une dune de sable. L'île est à peu

1. Voyez l'*Histoire de l'Académie*, année 1708, pages 23 et suiv.

2. Voyez *Trans. phil. abrig'd*, vol. VI, part. II, page 154.

3. Page 26.

4. Page 26.

près ronde, et assez haute pour être aperçue de sept à huit lieues dans un temps clair.

« On a appris depuis par une lettre de M. Adrien, consul de la nation françoise dans l'île de Saint-Michel, en date du mois de mars 1722, que l'île neuve avoit considérablement diminué, et qu'elle étoit presque à fleur d'eau, de sorte qu'il n'y avoit pas d'apparence qu'elle subsistât encore longtemps. »

On est donc assuré par ces faits et par un grand nombre d'autres semblables à ceux-ci, qu'au dessous même des eaux de la mer les matières inflammables renfermées dans le sein de la terre agissent et font des explosions violentes. Les lieux où cela arrive sont des especes de volcans qu'on pourroit appeler sous-marins, lesquels ne diffèrent des volcans ordinaires que par le peu de durée de leur action et le peu de fréquence de leurs effets; car on conçoit bien que le feu s'étant une fois ouvert un passage, l'eau doit y pénétrer et l'éteindre. L'île nouvelle laisse nécessairement un vide que l'eau doit remplir; et cette nouvelle terre qui n'est composée que des matières rejetées par le volcan marin, doit ressembler en tout au *Monte di Cenere*, et aux autres éminences que les volcans terrestres ont formées en plusieurs endroits; or, dans le temps du déplacement causé par la violence de l'explosion, et pendant ce mouvement, l'eau aura pénétré dans la plupart des endroits vides, elle aura éteint pour un temps ce feu souterrain. C'est apparemment par cette raison que ces volcans sous-marins agissent plus rarement que les volcans ordinaires, quoique les causes de tous les deux soient les mêmes, et que les matières qui produisent et nourrissent ces feux souterrains, puissent se trouver sous les terres couvertes par la mer, en aussi grande quantité que sous les terres qui sont à découvert.

Ce sont ces mêmes feux souterrains ou sous-marins qui sont la cause de toutes ces ébullitions des eaux de la mer, que les voyageurs ont remarquées en plusieurs endroits, et des trombes dont nous avons parlé : ils produisent aussi des orages et des tremblemens qui ne sont pas moins sensibles sur la mer que sur la terre. Ces îles qui ont été formées par ces volcans sous-marins, sont ordinairement composées de pierres ponces et de rochers calcinés; et ces volcans produisent, comme ceux de la terre, des tremblemens et des commotions très-violentes.

On a aussi vu souvent des feux s'élever de la surface des eaux. Pline nous dit que le lac de Trasimène a paru enflammé sur toute sa surface. Agricola rapporte que lorsqu'on jette une pierre dans le lac de Denstad en Thuringe, il semble, lorsqu'elle descend dans l'eau, que ce soit un trait de feu.

Enfin la quantité de pierres ponces que les voyageurs nous assurent avoir rencontrées dans plusieurs endroits de l'Océan et de la Méditerranée, prouve qu'il y a au fond de la mer des volcans semblables à ceux que nous connoissons, et qui ne diffèrent, ni par les matières qu'ils rejettent, ni par la violence des explosions, mais seulement par la rareté et par le peu de continuité de leurs effets : tout, jusqu'aux volcans, se trouve au fond des mers, comme à la surface de la terre.

Si même on y fait attention, on trouvera plusieurs rapports entre les volcans de terre et les volcans de mer; les uns et les autres ne se trouvent que dans les sommets des montagnes. Les îles des Açores et celles de l'Archipel ne sont que des pointes de montagnes, dont les unes s'élèvent au dessus de l'eau, et les autres sont au dessous. On voit par la relation de la nouvelle île des Açores, que l'endroit d'où sortoit la fumée n'étoit qu'à quinze brasses de profondeur sous l'eau; ce qui, étant comparé avec les profondeurs ordinaires de l'Océan, prouve que cet endroit même est un sommet de montagne. On en peut dire tout autant du terrain de la nouvelle île auprès de Santorin : il n'étoit pas à une grande profondeur sous les eaux, puisqu'il y avoit des huîtres attachées aux rochers qui s'élevèrent. Il paroît aussi que ces volcans de mer ont quelquefois, comme ceux de terre, des communications souterraines, puisque le sommet du volcan du pic de Saint-George, dans l'île de Pic, s'abaissa lorsque la nouvelle île des Açores s'éleva. On doit encore observer que ces nouvelles îles ne paroissent jamais qu'auprès des anciennes, et qu'on n'a point d'exemple qu'il s'en soit élevé de nouvelles dans les hautes mers : on doit donc regarder le terrain où elles sont comme une continuation de celui des îles voisines; et lorsque ces îles ont des volcans, il n'est pas étonnant que le terrain qui en est voisin contienne des matières propres à en former, et que ces matières viennent à s'enflammer, soit par la seule fermentation, soit par l'action des vents souterrains.

Au reste, les îles produites par l'action du feu et des tremblemens de terre sont en

petit nombre, et ces événemens sont rares; mais il y a un nombre infini d'îles nouvelles produites par les limons, les sables et les terres que les caux des fleuves ou de la mer entraînent et transportent en différens endroits. A l'embouchure de toutes les rivières, il se forme des amas de terre et des bancs de sable, dont l'étendue devient souvent assez considérable pour former des îles d'une grandeur médiocre. La mer, en se retirant et en s'éloignant de certaines côtes, laisse à découvert les parties les plus élevées du fond, ce qui forme autant d'îles nouvelles; et de même en s'étendant sur de certaines plages, elle en couvre les parties les plus basses, et laisse paroître les parties les plus élevées qu'elle n'a pu surmonter, ce qui fait encore autant d'îles; et on remarque en conséquence qu'il y a fort peu d'îles dans le milieu des mers, et qu'elles sont presque toutes dans le voisinage des continens, où la mer les a formées, soit en s'éloignant, soit en s'approchant de ces différentes contrées.

L'eau et le feu, dont la nature est si différente et même si contraire, produisent donc des effets semblables, ou du moins qui nous paroissent être tels, indépendamment des productions particulières de ces deux élémens, dont quelques-unes se ressemblent au point de s'y méprendre, comme le cristal et le verre, l'antimoine naturel et l'antimoine fondu, les pépites naturelles des mines et celles qu'on fait artificiellement par la fusion, etc. Il y a dans la nature une infinité de grands effets que l'eau et le feu produisent, qui sont assez semblables pour qu'on ait de la peine à les distinguer. L'eau, comme on l'a vu, a produit les montagnes et formé la plupart des îles; le feu a élevé quelques collines et quelques îles : il en est de même des cavernes, des fentes, des ouvertures, des gouffres, etc.; les unes ont pour origine les feux souterrains, et les autres les eaux tant souterraines que superficielles.

Les cavernes se trouvent dans les montagnes, et peu ou point du tout dans les plaines; il y en a beaucoup dans les îles de l'Archipel et dans plusieurs autres îles, et cela parce que les îles ne sont en général que des dessus de montagnes. Les cavernes se forment, comme les précipices, par l'affaissement des rochers, ou, comme les abîmes, par l'action du feu : car pour faire d'un précipice ou d'un abîme une caverne, il ne faut qu'imaginer des rochers contrebuttés et faisant voûte par dessus; ce qui doit arriver très-souvent, lorsqu'ils viennent à être ébranlés et déracinés. Les cavernes peuvent être produites par les mêmes causes qui produisent les ouvertures, les ébranlemens et les affaissemens des terres; et ces causes sont les explosions des volcans, l'action des vapeurs souterraines et les tremblemens de terre; car ils font des bouleversemens et des éboulemens qui doivent nécessairement former des cavernes, des trous, des ouvertures et des anfractuosités de toute espèce.

La caverne de Saint-Patrice en Irlande n'est pas aussi considérable qu'elle est fameuse; il en est de même de la grotte du Chien en Italie, et de celle qui jette du feu dans la montagne de Beniguazeval au royaume de Fez. Dans la province de Derby en Angleterre, il y a une grande caverne fort considérable, et beaucoup plus grande que la fameuse caverne de Bauman auprès de la forêt Noire dans le pays de Brunswick. J'ai appris par une personne aussi respectable par son mérite que par son nom (milord comte de Morton) que cette grande caverne appelée *Devil'shole* présente d'abord une ouverture fort considérable, comme celle d'une très-grande porte d'église; que par cette ouverture il coule un gros ruisseau; qu'en avançant, la voûte de la caverne se rabaisse si fort, qu'en un certain endroit on est obligé, pour continuer sa route, de se mettre sur l'eau du ruisseau dans des baquets fort plats, où on se couche pour passer sous la voûte de la caverne, qui est abaissée dans cet endroit au point que l'eau touche presque à la voûte : mais après avoir passé cet endroit, la voûte se relève, et on voyage encore sur la rivière, jusqu'à ce que la voûte se rabaisse de nouveau et touche à la superficie de l'eau, et c'est là le fond de la caverne et la source du ruisseau qui en sort; il grossit considérablement dans de certains temps, et il amène et amoncelle beaucoup de sable dans un endroit de la caverne qui forme comme un cul-de-sac, dont la direction est différente de celle de la caverne principale.

Dans la Carniole, il y a une caverne auprès de Potpéchio, qui est fort spacieuse, et dans laquelle on trouve un grand lac souterrain. Près d'Adelsperg, il y a une caverne dans laquelle on peut faire deux milles d'Allemagne de chemin, et où l'on trouve des précipices très-profonds. Il y a aussi de grandes cavernes et de belles grottes sous les montagnes de Mendipp en Galles; on trouve des mines de plomb auprès de ces cavernes, et des chênes enterrés à quinze

brasses de profondeur. Dans la province de Glocester, il y a une très-grande caverne, qu'on appelle *Penpark-hole*, au fond de laquelle on trouve de l'eau à trente-deux brasses de profondeur; on y trouve aussi des filons de mine de plomb.

On voit bien que la caverne de *Devil's-hole* et les autres, dont il sort de grosses fontaines ou des ruisseaux, ont été creusées et formées par les eaux, qui ont apporté les sables et les matières divisées qu'on trouve entre les rochers et les pierres; et on auroit tort de rapporter l'origine de ces cavernes aux éboulemens et aux tremblemens de terre.

Une des plus singulières et des plus grandes cavernes que l'on connoisse, est celle d'Antiparos, dont M. de Tournefort nous a donné une ample description. On trouve d'abord une caverne rustique d'environ trente pas de largeur, partagée par quelques piliers naturels : entre les deux piliers qui sont sur la droite, il y a un terrain en pente douce, et ensuite, jusqu'au fond de la même caverne, une pente plus rude d'environ vingt pas de longueur; c'est le passage pour aller à la grotte ou caverne intérieure, et ce passage n'est qu'un trou fort obscur, par lequel on ne sauroit entrer qu'en se baissant et au secours des flambeaux. On descend d'abord dans un précipice horrible à l'aide d'un câble que l'on prend la précaution d'attacher tout à l'entrée; on se coule dans un autre bien plus effroyable, dont les bords sont fort glissans, et qui répondent sur la gauche à des abîmes profonds. On place sur les bords de ces gouffres une échelle, au moyen de laquelle on franchit, en tremblant, un rocher tout-à-fait coupé à plomb; on continue à glisser par des endroits un peu moins dangereux. Mais dans le temps qu'on se croit en pays praticable, le pas le plus affreux vous arrête tout court, et on s'y casseroit la tête, si on n'étoit averti ou arrêté par ses guides : pour le franchir, il faut se couler sur le dos le long d'un gros rocher, et descendre une échelle qu'il faut y porter exprès; quand on est arrivé au bas de l'échelle, on se roule quelque temps encore sur des rochers, et enfin on arrive dans la grotte. On compte trois cents brasses de profondeur depuis la surface de la terre : la grotte paroît avoir quarante brasses de hauteur sur cinquante de large; elle est remplie de belles et grandes stalactites de différentes formes, tant au dessus de la voûte que sur le terrain d'en bas [1].

1. Voyez le *Voyage du Levant*, pages 188 et suivantes.

Dans la partie de la Grèce appelée Livadie (*Achaia* des anciens) il y a une grande caverne dans une montagne, qui étoit autrefois fort fameuse par les oracles de Trophonius, entre le lac de Livadia et la mer voisine, qui, dans l'endroit le plus près, en est à quatre milles : il y a quarante passages souterrains à travers le rocher, sous une haute montagne, par où les eaux du lac s'écoulent [2].

Dans tous les volcans, dans tous les pays qui produisent du soufre, dans toutes les contrées qui sont sujettes aux tremblemens de terre, il y a des cavernes : le terrain de la plupart des îles de l'Archipel est caverneux presque partout; celui des îles de l'océan Indien, principalement celui des îles Moluques, ne paroît être soutenu que sur des voûtes et des concavités; celui des îles Açores, celui des îles Canaries, celui des îles du cap Vert, et en général le terrain de presque toutes les petites îles, est, à l'intérieur, creux et caverneux en plusieurs endroits, parce que ces îles ne sont, comme nous l'avons dit, que des pointes de montagnes, où il s'est fait des éboulemens considérables, soit par l'action des volcans, soit par celle des eaux, des gelées, et des autres injures de l'air. Dans les Cordilières, où il a plusieurs volcans, et où les tremblemens de terre sont fréquens, il y a aussi un grand nombre de cavernes, de même que dans le volcan de l'île de Banda, dans le mont Ararath, qui est un ancien volcan, etc.

Le fameux labyrinthe de l'île de Candie n'est pas l'ouvrage de la nature toute seule; M. de Tournefort assure que les hommes y ont beaucoup travaillé : et on doit croire que cette caverne n'est pas la seule que les hommes aient augmentée; ils en forment même tous les jours de nouvelles en fouillant les mines et les carrières; et lorsqu'elles sont abandonnées pendant un très-long espace de temps, il n'est pas fort aisé de reconnoître si ces excavations ont été produites par la nature, ou faites de la main des hommes. On connoît des carrières qui sont d'une étendue très-considérable, celle de Maestricht, par exemple, où l'on dit que cinquante mille personnnes peuvent se réfugier, et qui est soutenue par plus de mille piliers, qui ont vingt ou vingt-quatre pieds de hauteur; l'épaisseur de terre et de rocher qui est au dessus est de plus de vingt-cinq brasses. Il y a, dans plusieurs endroits de cette carrière, de l'eau et de petits étangs

2. Voyez *Géographie de Gordon*, édition de Londres, 1733, page 179.

où l'on peut abreuver du bétail, etc. Les mines de sel de Pologne forment des excavations encore plus grandes que celle-ci. Il y a ordinairement de vastes carrières auprès de toutes les grandes villes; mais nous n'en parlerons pas ici en détail : d'ailleurs les ouvrages des hommes, quelque grands qu'ils puissent être, ne tiendront jamais qu'une bien petite place dans l'histoire de la nature.

Les volcans et les eaux, qui produisent les cavernes à l'intérieur, forment aussi à l'extérieur des fentes, des précipices et des abîmes. A Cajeta en Italie, il y a une montagne qui autrefois a été séparée par un tremblement de terre, de façon qu'il semble que la division en a été faite par la main des hommes. Nous avons déjà parlé de l'ornière de l'île de Machian, de l'abîme du mont Ararath, de la porte des Cordilières et de celle des Thermopyles, etc.; nous pouvons y ajouter la porte de la montagne des Troglodytes en Arabie, celle des Échelles en Savoie, que la nature n'avoit fait qu'ébaucher, et que Victor Amédée a fait achever. Les eaux produisent, aussi bien que les feux souterrains, des affaissemens de terre considérables, des éboulemens, des chutes de rochers, des renversemens de montagnes, dont nous pouvons donner plusieurs exemples.

« Au mois de juin 1714, une partie de la montagne de Diableret en Valais tomba subitement et tout à la fois entre deux et trois heures après midi, le ciel étant fort serein. Elle étoit de figure conique. Elle renversa cinquante-cinq cabanes de paysans, écrasa quinze personnes, et plus de cent bœufs et vaches, et beaucoup plus de menu bétail, et couvrit de ses débris une bonne lieue carrée; il y eut une profonde obscurité causée par la poussière : les tas de pierres amassés en bas sont hauts de plus de trente perches, qui sont apparemment des perches du Rhin de dix pieds; ces amas ont arrêté des eaux qui forment de nouveaux lacs fort profonds. Il n'y a dans tout cela nul vestige de matière bitumineuse, ni de soufre, ni de chaux cuite, ni par conséquent de feu souterrain; apparemment la base de ce grand rocher s'étoit pourrie d'elle-même et réduite en poussière. »

On a un exemple remarquable de ces affaissemens dans la province de Kent, auprès de Folkstone : les collines des environs ont baissé de distance en distance par un mouvement insensible et sans aucun tremblement de terre; ces collines sont à l'intérieur des rochers de pierre et de craie. Par cet affaissement, elles ont jeté dans la mer des rochers et des terres qui en étoient voisines. On peut voir la relation de ce fait bien attesté dans les *Transactions philosoph. abrig'd*, vol. IV, page 250.

En 1618, la ville de Pleurs en Valteline fut enterrée so s les rochers au pied desquels elle étoit située. En 1678 il y eut une grande inondation en Gascogne, causée par l'affaissement de quelques morceaux de montagnes dans les Pyrénées, qui firent sortir les eaux qui étoient contenues dans les cavernes souterraines de ces montagnes. En 1680, il en arriva une plus grande en Irlande, qui avoit aussi pour cause l'affaissement d'une montagne dans des cavernes remplies d'eau. On peut concevoir aisément la cause de tous ces effets; on sait qu'il y a des eaux souterraines en une infinité d'endroits : ces eaux entraînent peu à peu les sables et les terres à travers lesquels elles passent, et par conséquent elles peuvent détruire peu à peu la couche de terre sur laquelle porte une montagne; et cette couche de terre qui lui sert de base venant à manquer plutôt d'un côté que de l'autre, il faut que la montagne se renverse; ou si cette base manque également partout, la montagne s'affaisse sans se renverser.

Après avoir parlé des affaissemens, des éboulemens et de tout ce qui n'arrive, pour ainsi dire, que par accident dans la nature, nous ne devons pas passer sous silence une chose qui est plus générale, plus ordinaire et plus ancienne; ce sont les fentes perpendiculaires que l'on trouve dans toutes les couches de terre. Ces fentes sont sensibles et aisées à reconnoître, non seulement dans les rochers, dans les carrieres de marbre et de pierre, mais encore dans les argiles et dans les terres de toute espèce qui n'ont pas été remuées; et on peut les observer dans toutes les coupes un peu profondes des terrains et dans toutes les cavernes et les excavations. Je les appelle fentes perpendiculaires, parce que ce n'est jamais que par accident lorsqu'elles sont obliques, comme les couches horizontales ne sont inclinées que par accident. Woodward et Ray parlent de ces fentes, mais d'une manière confuse, et ils ne les appellent pas fentes perpendiculaires, parce qu'ils croient qu'elles peuvent être indifféremment obliques ou perpendiculaires; et aucun auteur n'en a expliqué l'origine : cependant il est visible que ces fentes ont été produites, comme nous l'avons dit dans le discours précédent, par le desséchement des matieres qui composent

les couches horizontales. De quelque manière que ce dessèchement soit arrivé, il a dû produire des fentes perpendiculaires; les matieres qui composent les couches n'ont pas pu diminuer de volume sans se fendre de distance en distance dans une direction perpendiculaire à ces mêmes couches. Je comprends cependant sous ce nom de fentes perpendiculaires toutes les séparations naturelles des rochers, soit qu'ils se trouvent dans leur position originaire, soit qu'ils aient un peu glissé sur leur base, et que par conséquent ils se soient un peu éloignés les uns des autres. Lorsqu'il est arrivé quelque mouvement considérable à des masses de rochers, ces fentes se trouvent quelquefois posées obliquement, mais c'est parce que la masse est elle-même oblique; et avec un peu d'attention, il est toujours fort aisé de reconnoître que ces fentes sont en général perpendiculaires aux couches horizontales, surtout dans les carrieres de marbre, de pierre à chaux et dans toutes les grandes chaînes de rocher.

L'intérieur des montagnes est principalement composé de pierres et de rochers, dont les différens lits sont parallèles. On trouve souvent entre les lits horizontaux de petites couches d'une matiere moins dure que la pierre, et les fentes perpendiculaires sont remplies de sable, de cristaux, de minéraux, de métaux, etc. Ces dernières matieres sont d'une formation plus nouvelle que celle des lits horizontaux dans lesquels on trouve des coquilles marines. Les pluies ont peu à peu détaché les sables et les terres du dessus des montagnes, et elles ont laissé à découvert les pierres et les autres matieres solides, dans lesquelles on distingue aisément les couches horizontales et les fentes perpendiculaires; dans les plaines, au contraire, les eaux des pluies et les fleuves ayant amené une quantité considérable de terre, de sable, de gravier et d'autres matieres divisées, il s'en est formé des couches de tuf, de pierre molle et fondante, de sable et de gravier arrondi, de terre mêlée de végétaux. Ces couches ne contiennent point de coquilles marines, ou du moins n'en contiennent que des fragmens qui ont été détachés des montagnes avec les graviers et les terres. Il faut distinguer avec soin ces nouvelles couches des anciennes, où l'on trouve presque toujours un grand nombre de coquilles entieres et posées dans leur situation naturelle.

Si l'on veut observer l'ordre et la distribution intérieure des matières dans une montagne composée, par exemple, de pierres ordinaires ou de matières lapidifiques calcinables, on trouve ordinairement sous la terre végétale une couche de gravier; ce gravier est de la nature et de la couleur de la pierre qui domine dans ce terrain; et sous le gravier on trouve de la pierre. Lorsque la montagne est coupée par quelque tranchée ou par quelque ravine profonde, on distingue aisément tous les bancs, toutes les couches dont elle est composée; chaque couche horizontale est séparée par une espèce de joint qui est aussi horizontal; et l'épaisseur de ces bancs ou de ces couches horizontales augmente ordinairement à proportion qu'elles sont plus basses, c'est-à-dire plus éloignées du sommet de la montagne; on reconnoît aussi que des fentes à peu près perpendiculaires divisent toutes ces couches et les coupent verticalement. Pour l'ordinaire, la première couche, le premier lit qui se trouve sous le gravier, et même le second, sont non seulement plus minces que les lits qui forment la base de la montagne, mais ils sont aussi divisés par des fentes perpendiculaires si fréquentes, qu'ils ne peuvent fournir aucun morceau de longueur, mais seulement du moellon. Ces fentes perpendiculaires, qui sont en si grand nombre à la superficie, et qui ressemblent parfaitement aux gerçures d'une terre qui se seroit desséchée, ne parviennent pas toutes, à beaucoup près, jusqu'au pied de la montagne: la plupart disparoissent insensiblement à mesure qu'elles descendent; et au bas il ne reste qu'un certain nombre de ces fentes perpendiculaires, qui coupent encore plus à plomb qu'à la superficie les bancs inférieurs, qui ont aussi plus d'épaisseur que les bancs supérieurs.

Ces lits de pierre ont souvent, comme je l'ai dit, plusieurs lieues d'étendue sans interruption: on retrouve aussi presque toujours la même nature de pierre dans la montagne opposée, quoiqu'elle en soit séparée par une gorge ou par un vallon; et les lits de pierre ne disparoissent entierement que dans les lieux où la montagne s'abaisse et se met au niveau de quelque grande plaine. Quelquefois entre la premiere couche de terre végétale et celle de gravier, on en trouve une de marne qui communique sa couleur et ses autres caractères aux deux autres: alors les fentes perpendiculaires des carrieres qui sont au dessous sont remplies de cette marne, qui y acquiert une dureté presque égale en apparence à celle de la

pierre; mais en l'exposant à l'air, elle se gerce, elle s'amollit et elle devient grasse et ductile.

Dans la plupart des carrières, les lits qui forment le dessous ou le sommet de la montagne sont de pierre tendre, et ceux qui forment la base de la montagne sont de pierre dure; la première est ordinairement blanche, d'un grain si fin, qu'à peine il peut être aperçu : la pierre devient plus grenue et plus dure à mesure qu'on descend; et la pierre des bancs les plus bas est non seulement plus dure que celle des lits supérieurs, mais elle est aussi plus serrée, plus compacte et plus pesante; son grain est fin et brillant, et souvent elle est aigre, et se casse presque aussi net que le caillou.

Le noyau d'une montagne est donc composé de différens lits de pierre, dont les supérieurs sont de pierre tendre et les inférieurs de pierre dure. Le noyau pierreux est toujours plus large à la base et plus pointu ou plus étroit au sommet : on peut en attribuer la cause à ces différens degrés de dureté que l'on trouve dans les lits de pierre; car comme ils deviennent d'autant plus durs qu'ils s'éloignent davantage du sommet de la montagne, on peut croire que les courans et les autres mouvemens des eaux qui ont creusé les vallées et donné la figure aux contours des montagnes, auront usé latéralement les matières dont la montagne est composée, et les auront dégradées d'autant plus qu'elles auront été plus molles: en sorte que les couches supérieures, étant les plus tendres, auront souffert la plus grande diminution sur leur largeur, et auront été usées latéralement plus que les autres; les couches suivantes auront résisté un peu davantage; et celles de la base, étant plus anciennes, plus solides et formées d'une matière plus compacte et plus dure, auront été plus en état que toutes les autres de se défendre contre l'action des causes extérieures, et elles n'auront souffert que peu ou point de diminution latérale par le frottement des eaux. C'est là l'une des causes auxquelles on peut attribuer l'origine de la pente des montagnes; cette pente sera devenue encore plus douce à mesure que les terres du sommet et les graviers auront coulé et auront été entraînés par les eaux des pluies : et c'est par ces deux raisons que toutes les collines et les montagnes qui ne sont composées que de pierres calcinables ou d'autres matières lapidifiques calcinables, ont une pente qui n'est jamais aussi rapide que celle des montagnes composées de roc vif et de caillou en grande masse, qui sont ordinairement coupées à plomb à des hauteurs très-considérables, parce que dans ces masses de matières vitrifiables les lits supérieurs, aussi bien que les lits inférieurs, sont d'une très-grande dureté, et qu'ils ont tous également résisté à l'action des eaux, qui n'a pu les user qu'également de haut en bas, et leur donner par conséquent une pente perpendiculaire ou presque perpendiculaire.

Lorsque au dessus de certaines collines, dont le sommet est plat et d'une assez grande étendue, on trouve d'abord de la pierre dure sous la couche de terre végétale, on remarquera, si l'on observe les environs de ces collines, que ce qui paroît en être le sommet ne l'est pas en effet, et que ce dessus de collines n'est que la continuation de la pente insensible de quelque colline plus élevée; car après avoir traversé cet espace de terrain, on trouve d'autres éminences qui s'élèvent plus haut, et dont les couches supérieures sont de pierre tendre et les inférieures de pierre dure : c'est le prolongement de ces dernières couches qu'on retrouve au dessus de la première colline.

Lorsque au contraire on trouve une carrière à peu près au sommet d'une montagne, et dans un terrain qui n'est surmonté d'aucune hauteur considérable, on n'en tire ordinairement que de la pierre tendre, et il faut fouiller très-profondément pour trouver la pierre dure. Ce n'est jamais qu'entre ces lits de pierre dure que l'on trouve des bancs de marbres : ces marbres sont diversement colorés par les terres métalliques que les eaux pluviales introduisent dans les couches par infiltration, après les avoir détachées des autres couches supérieures; et on peut croire que dans tous les pays où il y a de la pierre, on trouveroit des marbres si l'on fouilloit assez profondément pour arriver aux bancs de pierre dure : *quoto enim loco non suum marmor invenitur?* dit Pline. C'est en effet une pierre bien plus commune qu'on ne le croit, et qui ne diffère des autres pierres que par la finesse du grain, qui la rend plus compacte et susceptible d'un poli brillant; qualité qui lui est essentielle, et de laquelle elle a tiré sa dénomination chez les anciens.

Les fentes perpendiculaires des carrières et les joints des lits de pierre sont souvent remplis ou incrustés de certaines concrétions, qui sont tantôt transparentes comme le cristal, et d'une figure régulière, et tantôt opaques et terreuses; l'eau coule par les fentes perpendiculaires, et elle pénètre même le tissu serré de la pierre; les pierres qui sont

poreuses s'imbibent d'une si grande quantité d'eau, que la gelée les fait fendre et éclater. Les eaux pluviales, en criblant à travers les lits d'une carrière, et pendant le séjour qu'elles font dans les couches de marne, de pierre, de marbre, en détachent les molécules les moins adhérentes et les plus fines, et se chargent de toutes les matières qu'elles peuvent enlever ou dissoudre. Ces eaux coulent d'abord le long des fentes perpendiculaires; elles pénètrent ensuite entre les lits de pierre; elles déposent entre les joints horizontaux, aussi bien que dans les fentes perpendiculaires, les matières qu'elles ont entraînées, et elles y forment des congélations différentes, suivant les différentes matières qu'elles déposent: par exemple, lorsque ces eaux *gouttières* criblent à travers la marne, la craie, ou la pierre tendre, la matière qu'elles déposent n'est aussi qu'une marne très-pure et très-fine, qui se pelotonne ordinairement dans les fentes perpendiculaires des rochers sous la forme d'une substance poreuse, molle, ordinairement fort blanche et très-légère, que les naturalistes ont appelée *lac lunæ* ou *medulla saxi*.

Lorsque ces filets d'eau chargés de matière lapidifique s'écoulent par les joints horizontaux des lits de pierre tendre ou de craie, cette matière s'attache à la superficie des blocs de pierre, et elle y forme une croûte écailleuse, blanche, légère et spongieuse. C'est cette espèce de matière que quelques auteurs ont nommée *agaric minéral*, par sa ressemblance avec l'agaric végétal. Mais si la matière des couches a un certain degré de dureté, c'est-à-dire si les lits de la carrière sont de pierre dure ordinaire, de pierre propre à faire de la bonne chaux, le filtre étant alors plus serré, l'eau en sortira chargée d'une matière lapidifique plus pure, plus homogène, et dont les molécules pourront s'engrener plus exactement, s'unir plus intimement; et alors il s'en formera des congélations qui auront à peu près la dureté de la pierre et un peu de transparence, et l'on trouvera dans ces carrières, sur la superficie des blocs, des incrustations pierreuses disposées en ondes, qui remplissent entièrement les joints horizontaux.

Dans les grottes et dans les cavités des rochers, qu'on doit regarder comme les bassins et les égouts des fentes perpendiculaires, la direction diverse des filets d'eau qui charrient la matière lapidifique donne aux concrétions qui en résultent des formes différentes; ce sont ordinairement des culs-de-lampe et des cônes renversés qui sont attachés à la voûte, ou bien ce sont des cylindres creux et très-blancs formés par des couches presque concentriques à l'axe du cylindre; et ces congélations descendent quelquefois jusqu'à terre, et forment dans ces lieux souterrains des colonnes et mille autres figures aussi bizarres que les noms qu'il a plu aux naturalistes de leur donner: tels sont ceux de stalactites, stalagmites, ostéocolles, etc.

Enfin, lorsque ces sucs concrets sortent immédiatement d'une matière très-dure, comme des marbres et des pierres dures, la matière lapidifique que l'eau charrie étant aussi homogène qu'elle peut l'être, et l'eau en ayant, pour ainsi dire, plutôt dissous que détaché les parties constituantes, elle prend, en s'unissant, une figure constante et régulière; elle forme des colonnes à pans, terminées par une pointe triangulaire, qui sont transparentes, et composées de couches obliques: c'est ce qu'on appelle *sparr* ou *spalt*. Ordinairement cette matière est transparente et sans couleur; mais quelquefois aussi elle est colorée lorsque la pierre dure, ou le marbre dont elle sort, contient des parties métalliques. Ce sparr a le degré de dureté de la pierre; il se dissout, comme la pierre, par les esprits acides; il se calcine au même degré de chaleur: on ne peut pas douter que ce ne soit de la vraie pierre, mais qui est devenue parfaitement homogène; on pourroit même dire que c'est de la pierre pure et élémentaire, de la pierre qui est sous sa forme propre et spécifique.

Cependant la plupart des naturalistes regardent cette matière comme une substance distincte et existante indépendamment de la pierre; c'est leur suc lapidifique ou cristallin, qui, selon eux, lie non seulement les parties de la pierre ordinaire, mais même celles du caillou. Ce suc, disent-ils, augmente la densité des pierres par des infiltrations réitérées; il les rend chaque jour plus pierres qu'elles n'étoient, et il les convertit en véritable caillou; et lorsque ce suc s'est fixé en sparr, il reçoit, par des infiltrations réitérées de semblables sucs encore plus épurés, qui en augmentent la densité et la dureté, en sorte que cette matière ayant été successivement sparr, verre, ensuite cristal, elle devient diamant. Ainsi toutes les pierres, selon eux, tendent à devenir caillou, et toutes les matières transparentes à devenir diamant.

Mais, si cela est, pourquoi voyons-nous que dans de très-grands cantons, dans des provinces entières, ce suc cristallin ne forme que de la pierre, et que dans d'autres pro-

vinces il ne forme que du eaillou? Dira-t-on que ces deux terrains ne sont pas aussi anciens l'un que l'autre; que ce sue n'a pas eu le temps de eireuler et d'agir aussi longtemps dans l'un que dans l'autre? cela n'est pas probable. D'ailleurs, d'où ee sue peut-il venir? s'il produit les pierres et les cailloux, qu'est-ce qui peut le produire lui-même? Il est aisé de voir qu'il n'existe pas indépendamment de ces matières, qui seules peuvent donner à l'eau qui les pénètre cette qualité pétrifiante toujours relativement à leur nature et à leur earactère spécifique, en sorte que dans les pierres elles forment du sparr, et dans les cailloux du eristal; et il y a autant de différentes espèces de ee suc qu'il y a de matières différentes qui peuvent le produire et desquelles il peut sortir. L'expérience est parfaitement d'accord avec ee que nous disons; on trouvera que les eaux *gouttières* des carrières de pierres ordinaires forment des eoncrétions tendres et caleinables comme ces pierres le sont; qu'au eontraire eelles qui sortent du roc vif et du caillou forment des eongélations dures et vitrifiables, et qui ont toutes les autres propriétés du caillou, comme les premières ont toutes eelles de la pierre; et les eaux qui ont pénétré des lits de matières minérales et métalliques, donnent lieu à la production des pyrites, des marcassites, et des grains métalliques.

Nous avons dit qu'on pouvoit diviser toutes les matières en deux grandes classes et par deux caractères généraux; les unes sont vitrifiables, les autres sont calcinables: l'argile et le caillou, la marne et la pierre, peuvent être regardés comme les deux extrêmes de chaeune de ces classes, dont les intervalles sont remplis par la variété presque infinie des mixtes, qui ont toujours pour base l'une ou l'autre de ces matières.

Les matières de la première classe ne peuvent jamais acquérir la nature et les propriétés de celles de l'autre: la pierre, quelque ancienne qu'on la suppose, sera toujours aussi éloignée de la nature du caillou que l'argile l'est de la marne; aucun agent connu ne sera jamais capable de les faire sortir du eerele de combinaisons propre à leur nature. Les pays où il n'y a que des marbres et de la pierre n'auront jamais que des marbres et de la pierre, aussi certainement que ceux où il n'y a que du grès, du caillou, et du roc vif, n'auront jamais de la pierre ou du marbre.

Si l'on veut observer l'ordre et la distribution des matières dans une colline composée de matières vitrifiables, comme nous l'avons fait tout à l'heure dans une colline composée de matières calcinables, on trouvera ordinairement sous la première couche de terre végétale un lit de glaise ou d'argile, matière vitrifiable et analogue au caillou, et qui n'est, comme je l'ai dit, que du sable vitrifiable déeomposé; ou bien on trouve sous la terre végétale une couche de sable vitrifiable. Ce lit d'argile ou de sable répond au lit de gravier qu'on trouve dans les eollines composées de matières ealcinables. Après cette couche d'argile ou de sable, on trouve quelques lits de grès, qui le plus souvent n'ont pas plus d'un demi-pied d'épaisseur, et qui sont divisés en petits morceaux par une infinité de fentes perpendiculaires, comme le moellon du troisième lit de la colline eomposée de matières caleinables. Sous ce lit de grès, on en trouve plusieurs autres de la même matière, et aussi des eouches de sable vitrifiable; et le grès devient plus dur et se trouve en plus gros blocs à mesure que l'on deseend. Au dessous de ees lits de grès, on trouve une matière très-dure, que j'ai appelée du roe vif ou du eaillou en grande masse: c'est une matière très-dure, très-dense, qui résiste à la lime, au burin, à tous les esprits acides, beaucoup plus que n'y résiste le sable vitrifiable, et même le verre en poudre, sur lesquels l'eau-forte paroît avoir quelque prise. Cette matière, frappée avec un autre corps dur, jette des étincelles, et elle exhale une odeur de soufre très-pénétrante. J'ai cru devoir appeler cette matière du caillou en grande masse: il est ordinairement *stratifié* sur d'autres lits d'argile, d'ardoise, de eharbon de terre, et de sable vitrifiable, d'une très-grande épaisseur; et ees lits de cailloux en grande masse répondent encore aux couches de matières dures et aux marbres qui servent de base aux collines composées de matières ealeinables.

L'eau, en coulant par les fentes perpendieulaires, et en pénétrant les eouches de ces sables vitrifiables, de ees grès, de ees argiles, de ces ardoises, se eharge des parties les plus fines et les plus homogènes de ees matières, et elle en forme plusieurs eoncrétions différentes, telles que les talcs, les amiantes et plusieurs autres matières qui ne sont que des productions de ces stillations de matières vitrifiables, comme nous l'expliquerons dans notre diseours sur les minéraux.

Le caillou, malgré son extrême dureté et sa grande densité, a aussi, comme le marbre ordinaire et eomme la pierre dure,

ses exsudations; d'où résultent des stalactites de différentes espèces, dont les variétés dans la transparence, les couleurs, et la configuration, sont relatives à la différente nature du caillou qui les produit, et participent aussi des différentes matières métalliques ou hétérogènes qu'il contient : le cristal de roche, toutes les pierres précieuses, blanches ou colorées, et même le diamant, peuvent être regardés comme des stalactites de cette espèce. Les cailloux en petites masses, dont les couches sont ordinairement concentriques, sont aussi des stalactites et des pierres parasites du caillou en grande masse, et la plupart des pierres fines opaques ne sont que des espèces de caillou. Les matières du genre vitrifiable produisent, comme l'on voit, une aussi grande variété de concrétions que celles du genre calcinable; et ces concrétions produites par les cailloux sont presque toutes des pierres précieuses, au lieu que celles de la matière calcinable ne sont que des matières tendres et qui n'ont aucune valeur.

On trouve les fentes perpendiculaires dans le roc et dans les lits de cailloux en grande masse, aussi bien que dans les lits de marbre et de pierre dure : souvent même elles y sont plus larges, ce qui prouve que cette matière, en prenant corps, s'est encore plus desséchée que la pierre. L'une et l'autre de ces collines dont nous avons observé les couches, celles de matières calcinables et celles de matières vitrifiables, sont soutenues tout au dessous sur l'argile ou sur le sable vitrifiable, qui sont les matières communes et générales dont le globe est composé, et que je regarde comme les parties les plus légères, comme les scories de la matière vitrifiée dont il est rempli à l'intérieur : ainsi toutes les montagnes et toutes les plaines ont pour base commune l'argile ou le sable. On voit par l'exemple du puits d'Amsterdam, par celui de Marly-la-Ville, qu'on trouve toujours au plus profond du sable vitrifiable : j'en rapporterai d'autres exemples dans mon discours sur les minéraux.

On peut observer, dans la plupart des rochers découverts, que les parois des fentes perpendiculaires se correspondent aussi exactement que celles d'un morceau de bois fendu; et cette correspondance se trouve aussi bien dans les fentes étroites que dans les plus larges. Dans les grandes carrières de l'Arabie, qui sont presque toutes de granite, ces fentes ou séparations perpendiculaires sont très-sensibles et très-fréquentes; et quoiqu'il y en ait qui aient jusqu'à vingt et trente aunes de large, cependant les côtés se rapportent exactement, et laissent une profonde cavité entre les deux. Il est assez ordinaire de trouver dans les fentes perpendiculaires des coquilles rompues en deux, de manière que chaque morceau demeure attaché à la pierre de chaque côté de la fente; ce qui fait voir que ces coquilles étoient placées dans le solide de la couche horizontale lorsqu'elle étoit continue, et avant que la fente s'y fût faite.

Il y a de certaines matières dans lesquelles les fentes perpendiculaires sont fort larges, comme dans les carrières que cite M. Shaw; c'est peut-être ce qui fait qu'elles y sont moins fréquentes. Dans les carrières de roc vif et de granite, les pierres peuvent se tirer en très-grandes masses : nous en connoissons des morceaux, comme les grands obélisques et les colonnes qu'on voit à Rome en tant d'endroits, qui ont plus de soixante, quatre-vingts, cent, et cent cinquante pieds de longueur sans aucune interruption; ces énormes blocs sont tous d'une seule pierre continue. Il paroît que ces masses de granite ont été travaillées dans la carrière même, et qu'on leur donnoit telle épaisseur que l'on vouloit, à peu près comme nous voyons que, dans les carrières de grès qui sont un peu profondes, on tire des blocs de telle épaisseur que l'on veut. Il y a d'autres matières où ces fentes perpendiculaires sont fort étroites : par exemple, elles sont fort étroites dans l'argile, dans la marne, dans la craie; elles sont, au contraire, plus larges dans les marbres et dans la plupart des pierres dures. Il y en a qui sont imperceptibles et qui sont remplies d'une matière à peu près semblable à celle de la masse où elles se trouvent, et qui cependant interrompent la continuité des pierres; c'est ce que les ouvriers appellent des *poils* : lorsqu'ils débitent un grand morceau de pierre, qu'ils le réduisent à une petite épaisseur, comme à un demi-pied, la pierre se casse dans la direction de ce poil. J'ai souvent remarqué, dans le marbre et dans la pierre, que ces poils traversent le bloc tout entier : ainsi ils ne diffèrent des fentes perpendiculaires que parce qu'il n'y a pas solution totale de continuité. Ces espèces de fentes sont remplies d'une matière transparente, et qui est du vrai sparr. Il y a un grand nombre de fentes considérables entre les différens rochers qui composent les carrières de grès; cela vient souvent de ce que ces rochers portent souvent sur des bases moins solides que

celles des marbres ou des pierres calcinables, qui portent ordinairement sur des glaises, au lieu que les grès ne sont le plus souvent appuyés que sur du sable extrêmement fin : aussi y a-t-il beaucoup d'endroits où l'on ne trouve pas les grès en grande masse; et, dans la plupart des carrières où l'on tire le bon grès, on peut remarquer qu'il est en cubes et en parallélipipèdes posés les uns sur les autres d'une manière assez irrégulière, comme dans les collines de Fontainebleau, qui de loin paroissent être des ruines de bâtimens. Cette disposition irrégulière vient de ce que la base de ces collines est de sable, et que les masses de grès se sont éboulées, renversées, et affaissées les unes sur les autres, surtout dans les endroits où on a travaillé autrefois pour tirer du grès, ce qui a formé un grand nombre de fentes et d'intervalles entre les blocs; et si on y veut faire attention, on remarquera dans tous les pays de sable et de grès, qu'il y a des morceaux de rochers et de grosses pierres dans le milieu des vallons et des plaines en très-grande quantité, au lieu que, dans les pays de marbre et de pierre dure, ces morceaux dispersés et qui ont roulé du dessus des collines et du haut des montagnes, sont fort rares; ce qui ne vient que de la différente solidité de la base sur laquelle portent ces pierres, et de l'étendue des bancs de marbre et de pierres calcinables, qui est plus considérable que celle des grès.

Sur les cavernes formées par le feu primitif.

* Je n'ai parlé, dans ma Théorie de la terre, que de deux sortes de cavernes, les unes produites par le feu des volcans, et les autres par le mouvement des eaux souterraines : ces deux espèces de cavernes ne sont pas situées à de grandes profondeurs; elles sont même nouvelles, en comparaison des autres cavernes bien plus vastes et bien plus anciennes, qui ont dû se former dans le temps de la consolidation du globe; car c'est dès lors que se sont faites les éminences et les profondeurs de sa superficie, et toutes les boursouflures et cavités de son intérieur, surtout dans les parties voisines de la surface. Plusieurs de ces cavernes produites par le feu primitif, après s'être soutenues pendant quelque temps se sont ensuite fendues par le refroidissement successif, qui diminue le volume de toute matière; bientôt elles se seront écroulées, et par leur affaissement elles ont formé les bassins actuels de la mer, où les eaux, qui étoient autrefois très-élevées au dessus de ce niveau, se sont écoulées et ont abandonné les terres qu'elles couvroient dans le commencement : il est plus que probable qu'il subsiste encore aujourd'hui dans l'intérieur du globe un certain nombre de ces anciennes cavernes, dont l'affaissement pourra produire de semblabes effets, en abaissant quelques espaces du globe, qui deviendront dès lors de nouveaux réceptacles pour les eaux; et dans ce cas, elles abandonneront en partie le bassin qu'elles occupent aujourd'hui, pour couler par leur pente naturelle dans ces endroits plus bas. Par exemple, on trouve des bancs de coquilles marines sur les Pyrénées jusqu'à quinze cents toises de hauteur au dessus du niveau de la mer actuel. Il est donc bien certain que les eaux, dans le temps de la formation de ces coquilles, étoient de quinze cents toises plus élevées qu'elles ne le sont aujourd'hui; mais lorsqu'au bout d'un temps les cavernes qui soutenoient les terres de l'espace où gît actuellement l'océan Atlantique se sont affaissées, les eaux, qui couvroient les Pyrénées et l'Europe entière, auront coulé avec rapidité pour remplir ces bassins, et auront par conséquent laissé à découvert toutes les terres de cette partie du monde. La même chose doit s'entendre de tous les autres pays; il paroît qu'il n'y a que les sommets des plus hautes montagnes auxquels les eaux de la mer n'aient jamais atteint, parce qu'ils ne présentent aucuns débris des productions marines, et ne donnent pas des indices aussi évidens du séjour des mers : néanmoins comme quelques-unes des matières dont ils sont composés, quoique toutes du genre vitrescible, semblent n'avoir pris leur solidité, leur consistance, et leur dureté que par l'intermède et le gluten de l'eau, et qu'elles paroissent s'être formées, comme nous l'avons dit, dans les masses de sable ou de poussière de verre qui étoient autrefois aussi élevées que ces pics de montagnes, et que les eaux des pluies ont, par succession de temps, entraînées à leur pied, on ne doit pas prononcer affirmativement que les eaux de la mer ne se soient jamais trouvées qu'au niveau où l'on trouve des coquilles; elles ont pu être encore plus élevées, même avant le temps où leur température a permis aux coquilles d'exister. La plus grande hauteur à laquelle s'est trouvée la mer universelle, ne nous est pas connue; mais c'est en savoir assez que de pouvoir assurer que les eaux étoient élevées de quinze cents ou deux mille toises au

dessus de leur niveau actuel, puisque les coquilles se trouvent à quinze cents toises dans les Pyrénées et à deux mille toises dans les Cordilières.

Si tous les pics des montagnes étoient formés de verre solide ou d'autres matières produites immédiatement par le feu, il ne seroit pas nécessaire de recourir à l'autre cause, c'est-à-dire au séjour des eaux, pour concevoir comment elles ont pris leur consistance; mais la plupart de ces pics ou pointes de montagnes paroissent être composés de matières qui, quoique vitrescibles, ont pris leur solidité et acquis leur nature par l'intermède de l'eau. On ne peut donc guère décider si le feu primitif seul a produit leur consistance actuelle, ou si l'intermède et le gluten de l'eau de la mer n'ont pas été nécessaires pour achever l'ouvrage du feu, et donner à ces masses vitrescibles la nature qu'elles nous présentent aujourd'hui. Au reste, cela n'empêche pas que le feu primitif, qui d'abord a produit les plus grandes inégalités sur la surface du globe, n'ait eu la plus grande part à l'établissement des chaînes de montagnes qui en traversent la surface, et que les noyaux de ces grandes montagnes ne soient tous des produits de l'action du feu, tandis que les contours de ces mêmes montagnes n'ont été disposés et travaillés par les eaux que dans des temps subséquens; en sorte que c'est sur ces mêmes contours et à de certaines hauteurs que l'on trouve des dépôts de coquilles et d'autres productions de la mer.

Si l'on veut se former une idée nette des plus anciennes cavernes, c'est-à-dire de celles qui ont été formées par le feu primitif, il faut se représenter le globe terrestre dépouillé de toutes ses eaux, et de toutes les matieres qui en recouvrent la surface jusqu'à la profondeur de mille ou douze cents pieds. En séparant par la pensée cette couche extérieure de terre et d'eau, le globe nous présentera la forme qu'il avoit à peu près dans les premiers temps de sa consolidation. La roche vitrescible, ou, si l'on veut, le verre fondu, en compose la masse entière; et cette matière, en se consolidant et se refroidissant, a formé, comme toutes les autres matières fondues, des éminences, des profondeurs, des cavités, des boursouflures dans toute l'étendue de la surface du globe. Ces cavités intérieures formées par le feu sont les cavernes primitives, et se trouvent en bien plus grand nombre vers les contrées du Midi que dans celles du Nord, parce que le mouvement de rotation qui a élevé ces parties de l'équateur avant la consolidation y a produit un plus grand déplacement de la matière, et, en retardant cette même consolidation, aura concouru avec l'action du feu pour produire un plus grand nombre de boursouflures et d'inégalités dans cette partie du globe que dans toute autre. Les eaux venant des pôles n'ont pu gagner ces contrées méridionales, encore brûlantes, que quand elles ont été refroidies; les cavernes qui les soutenoient s'étant successivement écroulées, la surface s'est abaissée et rompue en mille et mille endroits. Les plus grandes inégalités du globe se trouvent, par cette raison, dans les climats méridionaux : les cavernes primitives y sont encore en plus grand nombre que partout ailleurs; elles y sont aussi situées plus profondément, c'est-à-dire peut-être jusqu'à cinq et six lieues de profondeur, parce que la matière du globe a été remuée jusqu'à cette profondeur par le mouvement de rotation, dans le temps de sa liquéfaction. Mais les cavernes qui se trouvent dans les hautes montagnes ne doivent pas toutes leur origine à cette même cause du feu primitif : celles qui gisent le plus profondément au dessous de ces montagnes, sont les seules qu'on puisse attribuer à l'action de ce premier feu; les autres, plus extérieures et plus élevées dans la montagne, ont été formées par des causes secondaires, comme nous l'avons exposé. Le globe, dépouillé des eaux et des matières qu'elles ont transportées, offre donc à sa surface un sphéroïde bien plus irrégulier qu'il ne nous paroît l'être avec cette enveloppe. Les grandes chaînes de montagnes, leurs pics, leurs cornes, ne nous présentent peut-être pas aujourd'hui la moitié de leur hauteur réelle; toutes sont attachées par leur base à la roche vitrescible qui fait le fond du globe, et sont de la même nature. Ainsi l'on doit compter trois espèces de cavernes, produites par la nature; les premières, en vertu de la puissance du feu primitif; les secondes, par l'action des eaux; et les troisièmes, par la force des feux souterrains : et chacune de ces cavernes différentes par leur origine, peuvent être distinguées et reconnues à l'inspection des matières qu'elles contiennent ou qui les environnent. (*Add. Buff.*)

ARTICLE XVIII.

De l'effet des pluies, des marécages, des bois souterrains, des eaux souterraines.

Nous avons dit que les pluies et les eaux courantes qu'elles produisent détachent continuellement du sommet et de la croupe des montagnes les sables, les terres, les graviers, etc., et qu'elles les entraînent dans les plaines, d'où les rivières et les fleuves en charrient une partie dans les plaines plus basses, et souvent jusqu'à la mer : les plaines se remplissent donc successivement et s'élèvent peu à peu, et les montagnes diminuent tous les jours et s'abaissent continuellement; et dans plusieurs endroits on s'est aperçu de cet abaissement. Joseph Blancanus rapporte sur cela des faits qui étoient de notoriété publique dans son temps, et qui prouvent que les montagnes s'étoient abaissées au point que l'on voyoit des villages et des châteaux de plusieurs endroits d'où on ne pouvoit pas les voir autrefois. Dans la province de Derby en Angleterre, le clocher du village Craih n'étoit pas visible en 1572 depuis une certaine montagne, à cause de la hauteur d'une autre montagne interposée, laquelle s'étend en Hopton et Wirsworth, et quatre-vingts ou cent ans après on voyoit ce clocher, et même une partie de l'église. Le docteur Plot donne un exemple pareil d'une montagne entre Sibbertoft et Ashby, dans la province de Northampton. Les eaux entraînent non seulement les parties les plus légères des montagnes, comme la terre, le sable, le gravier et les petites pierres, mais elles roulent même de très-gros rochers, ce qui en diminue considérablement la hauteur. En général, plus les montagnes sont hautes, et plus leur pente est roide, plus les rochers sont coupés à pic. Les plus hautes montagnes du pays de Galles ont des rochers extrêmement droits et fort nus; on voit les copeaux de ces rochers (si on peut se servir de ce nom) en gros monceaux à leur pied : ce sont les gelées et les eaux qui les séparent et les entraînent. Ainsi ce ne sont pas seulement les montagnes de sable et de terre que les pluies rabaissent, mais, comme l'on voit, elles attaquent les rochers les plus durs, et en entraînent les fragmens jusque dans les vallées. Il arriva dans la vallée de Nantphrancon, en 1685, qu'une partie d'un gros rocher qui ne portoit que sur une base étroite, ayant été minée par les eaux, tomba et se rompit en plusieurs morceaux avec plus d'un millier d'autres pierres, dont la plus grosse fit en descendant une tranchée considérable jusque dans la plaine, où elle continua à cheminer dans une petite prairie, et traversa une petite rivière, de l'autre côté de laquelle elle s'arrêta. C'est à de pareils accidens qu'on doit attribuer l'origine de toutes les grosses pierres que l'on trouve ordinairement çà et là dans les vallées voisines des montagnes. On doit se souvenir, à l'occasion de cette observation, de ce que nous avons dit dans l'article précédent, savoir, que ces rochers et ces grosses pierres dispersées sont bien plus communes dans les pays dont les montagnes sont de sable et de grès, que dans ceux où elles sont de marbre et de glaise, parce que le sable qui sert de base au rocher est un fondement moins solide que la glaise.

Pour donner une idée de la quantité de terres que les pluies détachent des montagnes, et qu'elles entraînent dans les vallées, nous pouvons citer un fait rapporté par le docteur Plot: il dit, dans son *Histoire naturelle de Stafford*, qu'on a trouvé dans la terre, à dix-huit pieds de profondeur, un grand nombre de pièces de monnoie frappées du temps d'Édouard IV, c'est-à-dire deux cents ans auparavant, en sorte que ce terrain, qui est marécageux, s'est augmenté d'environ un pied en onze ans, ou d'un pouce et un douzième par an. On peut encore faire une observation semblable sur des arbres enterrés à dix-sept pieds de profondeur, au dessous desquels on a trouvé des médailles de Jules César. Ainsi les terres amenées du dessus des montagnes dans les plaines par les eaux courantes, ne laissent pas d'augmenter très-considérablement l'élévation du terrain des plaines.

Ces graviers, ces sables et ces terres que les eaux détachent des montagnes, et qu'elles entraînent dans les plaines, y forment des couches qu'il ne faut pas confondre avec les couches anciennes et originaires de la terre. On doit mettre dans la classe de ces nouvelles couches celles de tuf, de pierre molle, de gravier et de sable, dont les grains sont lavés et arrondis; on doit y rapporter aussi les couches de pierres qui se sont faites par une espèce de dépôt et d'incrustation; toutes ces couches ne doivent pas leur origine au mouvement et aux sédimens des eaux de la mer. On trouve dans ces tufs et dans ces pierres molles et imparfaites une infinité de végétaux, de feuilles d'arbres, de coquilles terrestres, ou fluviatiles, de petits os d'animaux terrestres et jamais des coquilles ni d'autres productions marines : ce qui prouve évidem-

ment, aussi bien que leur peu de solidité, que ces couches se sont formées sur la surface de la terre sèche, et qu'elles sont bien plus nouvelles que les marbres et les autres pierres qui contiennent des coquilles, et qui se sont formées autrefois dans la mer. Les tufs et toutes ces pierres nouvelles paroissent avoir de la dureté et de la solidité lorsqu'on les tire : mais si on veut les employer, on trouve que l'air et les pluies les dissolvent bientôt; leur substance est même si différente de la vraie pierre, que lorsqu'on les réduit en petites parties, et qu'on en veut faire du sable, elles se convertissent bientôt en une espèce de terre et de boue. Les stalactites et les autres concrétions pierreuses que M. de Tournefort prenoit pour des marbres qui avoient végété, ne sont pas de vraies pierres, non plus que celles qui sont formées par des incrustations. Nous avons déjà fait voir que les tufs ne sont pas de l'ancienne formation, et qu'on ne doit pas les ranger dans la classe des pierres. Le tuf est une matière imparfaite, différente de la pierre et de la terre, et qui tire son origine de toutes deux par le moyen de l'eau des pluies, comme les incrustations pierreuses tirent la leur du dépôt des eaux de certaines fontaines : ainsi les couches de ces matières ne sont pas anciennes, et n'ont pas été formées, comme les autres, par le sédiment des eaux de la mer. Les couches de tourbes doivent être aussi regardées comme des couches nouvelles qui ont été produites par l'entassement successif des arbres et des autres végétaux à demi pourris, et qui ne se sont conservés que parce qu'ils se sont trouvés dans des terres bitumineuses, qui les ont empêchés de se corrompre en entier[1]. On ne trouve dans toutes ces nouvelles couches de tuf, ou de pierre molle, ou de pierre formée par des dépôts, ou de tourbe, aucune

1. On peut ajouter à ce que j'ai dit sur les tourbes, les faits suivans :

Dans les châtellenies et subdélégations de Bergues-Saint-Winox, Furnes et Bourbourg, on trouve de la tourbe à trois ou quatre pieds sous terre; ordinairement ces lits de tourbe ont deux pieds d'épaisseur, et sont composés de bois pourris, d'arbres même entiers, avec leurs branches et leurs feuilles dont on connoît l'espèce, et particulièrement des coudriers, qu'on reconnoît à leurs noisettes encore existantes, entremêlées de différentes espèces de roseaux faisant corps ensemble.

D'où viennent ces lits de tourbes qui s'étendent depuis Bruges par tout le plat pays de la Flandre jusqu'à la rivière d'Aa, entre les dunes et les terres élevées des environs de Bergues, etc.? Il faut que, dans les siècles reculés, lorsque la Flandre n'étoit qu'une vaste forêt, une inondation subite de la mer ait submergé tout le pays, et en se retirant ait déposé tous les arbres, bois et roseaux qu'elle avoit déracinés et détruits dans cet espace de terrain, qui est le plus bas de la Flandre, et que cet événement soit arrivé vers le mois d'août ou septembre, puisqu'on trouve encore les feuilles aux arbres, ainsi que les noisettes aux coudriers. Cette inondation doit avoir été bien long-temps avant la conquête que fit Jules César de cette province, puisque les écrits des Romains, depuis cette époque, n'en ont pas fait mention.

Quelquefois on trouve des végétaux dans le sein de la terre, qui sont dans un état différent de celui de la tourbe ordinaire : par exemple, au mont Ganelon, près de Compiègne, on voit, d'un côté de la montagne, les carrières de belles pierres et les huîtres fossiles dont nous avons parlé, et, de l'autre côté de la montagne, on trouve à mi-côte un lit de feuilles de toutes sortes d'arbres, et aussi des roseaux, des goémons, le tout mêlé ensemble et renfermé dans la vase; lorsqu'on remue ces feuilles, on retrouve la même odeur de marécage qu'on respire sur le bord de la mer, et ces feuilles conservent cette odeur pendant plusieurs années. Au reste, elles ne sont point détruites, on peut en reconnoître aisément les espèces : elles n'ont que de la sécheresse, et sont liées foiblement les unes aux autres par la vase.

« On reconnoît, dit M. Guettard, de deux espèces de tourbes : les unes sont composées de plantes marines, les autres de plantes terrestres ou qui viennent dans les prairies. On suppose que les premières ont été formées dans le temps que la mer recouvroit la partie de la terre qui est maintenant habitée : on veut que les secondes se soient accumulées sur celle-ci. On imagine, suivant ce système, que les courans portoient dans des bas-fonds formés par les montagnes qui étoient élevées dans la mer, les plantes marines qui se détachoient des rochers, et qui, ayant été ballottées par les flots, se déposoient dans les lieux profonds.

« Cette production de tourbes n'est certainement pas impossible; la grande quantité de plantes qui croissent dans la mer, paroît bien suffisante pour former ainsi des tourbes : les Hollandois mêmes prétendent que la bonté des leurs ne vient que de ce qu'elles sont ainsi produites, et qu'elles sont pénétrées du bitume dont les eaux de la mer sont chargées.....

« Les tourbières de Villeroy sont placées dans la vallée où coule la rivière d'Essone; la partie de cette vallée peut s'étendre depuis Roissy jusqu'à Escharcon.... C'est même vers Roissy qu'on a commencé à tirer des tourbes.... Mais celles que l'on fouille auprès d'Escharcon sont les meilleures....

« Les prairies où les tourbières sont ouvertes sont assez mauvaises, elles sont remplies de joncs, de roseaux, de prêles et autres plantes qui croissent dans les mauvais prés : on fouille ces prés jusqu'à la profondeur de huit à dix pieds.... Après la couche qui forme actuellement le sol de la prairie, est placé un lit de tourbe d'environ un pied : il est rempli de plusieurs espèces de coquilles fluviatiles et terrestres....

« Ce banc de tourbe, qui renferme les coquilles, est communément terreux : ceux qui le suivent sont à peu près de la même épaisseur, et d'autant meilleurs qu'ils sont plus profonds; les tourbes qu'ils fournissent sont d'un brun noir, lardées de roseaux, de joncs, de cypéroïdes et autres plantes qui viennent dans les prés; on ne voit point de coquilles dans ces bancs....

« On a quelquefois rencontré dans la masse des

production marine; mais on y trouve au contraire beaucoup de végétaux, d'os d'animaux terrestres, de coquilles fluviatiles et terrestres, comme on peut le voir dans les prairies de la province de Northampton auprès d'Ashby, où l'on a trouvé un grand nombre de coquilles d'escargots, avec des plantes, des herbes, et plusieurs coquilles fluviatiles, bien conservées à quelques pieds de profondeur sous terre, sans aucune coquille marine. Les eaux qui coulent sur la surface de la terre ont formé toutes ces nouvelles couches en changeant souvent de lit et en se répandant de tous côtés : une partie de ces eaux pénètre à l'intérieur et coule à travers les fentes des rochers et des pierres; et ce qui fait qu'on ne trouve point d'eau dans les pays élevés, non plus qu'au dessus des collines, c'est parce que toutes les hauteurs de la terre sont ordinairement composées de pierres et de rochers, surtout vers le sommet. Il faut, pour trouver de l'eau, creuser dans la pierre et dans le rocher jusqu'à ce qu'on parvienne à la base, c'est-à-dire à la glaise ou à la terre ferme sur laquelle portent ces rochers, et on ne trouve point d'eau tant que l'épaisseur de pierre n'est pas percée jusqu'au dessous, comme je l'ai observé dans plusieurs puits creusés dans les lieux élevés; et lorsque la hauteur des roches, c'est-à-dire l'épaisseur de la pierre qu'il faut percer, est fort considérable, comme dans les hautes montagnes où les rochers ont souvent plus de mille pieds d'élévation, il est impossible d'y faire des puits, et par conséquent d'avoir de l'eau. Il y a même de grandes étendues de terre où l'eau manque absolument, comme dans l'Arabie pétrée, qui est un désert où il ne pleut jamais, où des sables brûlans couvrent toute la surface de la terre, où il n'y a presque point de terre végétale, où le peu de plantes qui s'y trouvent languissent : les sources et les puits y sont si rares que l'on n'en compte que cinq depuis le Caire jusqu'au mont Sinaï; encore l'eau en est-elle amère et saumâtre.

Lorsque les eaux qui sont à la surface de la terre ne peuvent trouver d'écoulement, elles forment des marais et des marécages. Les plus fameux marais de l'Europe sont ceux de Moscovie à la source du Tanaïs; ceux de Finlande, où sont les grands marais Zavolax et Énasak : il y en a aussi en Hollande, en Westphalie, et dans plusieurs autres pays bas. En Asie on a les marais de l'Euphrate, ceux de la Tartarie, le Palus Méotide; cependant en général il y en a moins en Asie et en Afrique qu'en Europe : mais l'Amérique n'est, pour ainsi dire, qu'un marais continu dans toutes ses plaines; cette grande quantité de marais est une preuve de la nouveauté du pays et du petit nombre des habitans, encore plus que du peu d'industrie.

Il y a de très-grands marécages en Angleterre dans la province de Lincoln près de la mer, qui a perdu beaucoup de terrain d'un côté, et en a gagné de l'autre. On trouve dans l'ancien terrain une grande quantité d'arbres qui y sont enterrés au dessous du nouveau terrain amené par les eaux; on en trouve de même en grande quantité en Écosse, à l'embouchure de la rivière Ness. Auprès de Bruges en Flandre, en fouillant à quarante ou cinquante pieds de profondeur, on trouve une très-grande quantité d'arbres aussi près les uns des autres que dans une forêt : les troncs, les rameaux et les feuilles sont si bien conservés qu'on distingue aisément les différentes espèces

tourbes, des souches de saules et de peupliers, et quelques racines de ces arbres ou de quelques autres semblables. On a découvert du côté d'Escharcon un chêne enseveli à neuf pieds de profondeur : il étoit noir et presque pourri; il s'est consommé à l'air : un autre a été rencontré du côté de Roissy à la profondeur de deux pieds entre la terre et la tourbe. On a encore vu près d'Escharcon des bois de cerf; ils étoient enfouis jusqu'à trois ou quatre pieds....

« Il y a aussi des tourbes dans les environs d'Étampes, et peut-être aussi abondamment qu'auprès de Villeroy : ces tourbes ne sont point mousseuses, ou le sont très-peu; leur couleur est d'un beau noir, elles ont de la pesanteur, elles brûlent bien au feu ordinaire, et il n'y a guère lieu de douter qu'on n'en pût faire de très-bon charbon....

« Les tourbières des environs d'Étampes ne sont, pour ainsi dire, qu'une continuité de celles de Villeroy; en un mot, toutes les prairies qui sont renfermées entre les gorges où la rivière d'Étampes coule sont probablement remplies de tourbe. On en doit, à ce que je crois, dire autant de celles qui sont arrosées par la rivière d'Essone; celles de ces prairies que j'ai parcourues m'ont fait voir les mêmes plantes que celles d'Étampes et de Villeroy. »

Au reste, selon l'auteur, il y a en France encore nombre d'endroits où l'on pourroit tirer de la tourbe, comme à Bourneuille, à Croué, auprès de Beauvais, à Bruneval, aux environs de Péronne, dans le diocèse de Troyes en Champagne, etc., et cette matière combustible seroit d'un grand secours, si l'on en faisoit usage dans les endroits qui manquent de bois.

Il y avoit aussi des tourbes près Vitry-le-François, dans des marais le long de la Marne : ces tourbes sont bonnes et contiennent une grande quantité de cupules de gland. Le marais de Saint-Gon, aux environs de Châlons, n'est aussi qu'une tourbière considérable, que l'on sera obligé d'exploiter dans la suite par la disette des bois. (*Add. Buff.*)

d'arbres. Il y a cinq cents ans que cette terre, où l'on trouve des arbres, étoit une mer, et avant ce temps là on n'a point de mémoire ni de tradition que jamais cette terre eût existé ; cependant il est nécessaire que cela ait été ainsi dans le temps que ces arbres ont crû et végété : ainsi le terrain qui dans les temps les plus reculés étoit une terre ferme couverte de bois, a été ensuite couvert par les eaux de la mer qui y ont amené quarante ou cinquante pieds d'épaisseur de terre, et ensuite ces eaux se sont retirées. On a de même trouvé une grande quantité d'arbres souterrains à Youle dans la province d'York, à douze milles au dessous de la ville sur la rivière Humber : il y en a qui sont si gros qu'on s'en sert pour bâtir ; et on assure, peut-être mal à propos, que ce bois est aussi durable et d'aussi bon service que le chêne : on en coupe en petites baguettes et en longs copeaux que l'on envoie vendre dans les villes voisines ; et les gens s'en servent pour allumer leur pipe. Tous ces arbres paroissent rompus, et les troncs sont séparés de leurs racines, comme des arbres que la violence d'un ouragan ou d'une inondation auroit cassés et emportés. Ce bois ressemble beaucoup au sapin ; il a la même odeur lorsqu'on le brûle, et fait des charbons de la même espèce. Dans l'île de Man on trouve dans un marais qui a six milles de long et trois milles de large, appelé *Curragh*, des arbres souterrains qui sont des sapins ; et, quoiqu'ils soient à dix-huit ou vingt pieds de profondeur, ils sont cependant fermes sur leurs racines [1]. On en trouve ordinairement dans tous les grands marais, dans les fondrières, et dans la plupart des endroits marécageux, dans les provinces de Somerset, de Chester, de Lancastre, de Stafford. Il y a de certains endroits où l'on trouve des arbres sous terre, qui ont été coupés, sciés, équarris, et travaillés par les hommes : on y a même trouvé des cognées et des serpes ; et entre Birmingham et Brumley, dans la province de Lincoln, il y a des collines élevées de sable fin et léger, que les pluies et les vents emportent et transportent en laissant à sec et à découvert des racines de grands sapins, où l'impression de la cognée paroît encore aussi fraîche que si elle venoit d'être faite. Ces collines se seront sans doute formées, comme les dunes, par des amas de sable que la mer a apportés et accumulés, et sur lesquels ces sapins auront pu croître ; ensuite ils auront été recouverts par d'autres sables, qui y auront été amenés, comme les premiers, par des inondations ou par des vents violens. On trouve aussi une grande quantité de ces arbres souterrains dans les terres marécageuses de Hollande, dans la Frise, et auprès de Groningue ; et c'est de là que viennent les tourbes qu'on brûle dans tout le pays.

On trouve dans la terre une infinité d'arbres grands et petits de toute espèce, comme sapins, chênes, bouleaux, hêtres, ifs, aubépins, saules, frênes. Dans les marais de Lincoln, le long de la rivière d'Ouse, et dans la province d'York en Hatfield-chace, ces arbres sont droits et plantés comme on les voit dans une forêt. Les chênes sont fort durs, et on en emploie dans les bâtimens, où ils durent [2] fort long-temps ; les frênes sont tendres et tombent en poussière, aussi bien que les saules. On en trouve qui ont été équarris, d'autres sciés, d'autres percés, avec des cognées rompues, et des haches dont la forme ressemble à celle des couteaux de sacrifice. On y trouve aussi des noisettes, des glands, et des cônes de sapins en grande quantité. Plusieurs autres endroits marécageux de l'Angleterre et de l'Irlande sont remplis de troncs d'arbres, aussi bien que les marais de France et de Suisse, de Savoie et d'Italie.

Dans la ville de Modène et à quatre milles aux environs, en quelque endroit qu'on fouille, lorsqu'on est parvenu à la profondeur de soixante-trois pieds, et qu'on a percé la terre à cinq pieds de profondeur de plus avec une tarière, l'eau jaillit avec une si grande force, que le puits se remplit en fort peu de temps presque jusqu'au dessus : cette eau coule continuellement et ne diminue ni n'augmente par la pluie ou par la sécheresse. Ce qu'il y a de remarquable dans ce terrain, c'est que, lorsqu'on est parvenu à quatorze pieds de profondeur, on trouve les décombremens et les ruines d'une ancienne ville, des rues pavées, des planchers de maisons, différentes pièces de mosaïque, après quoi on trouve une terre assez solide et qu'on croiroit n'avoir jamais été remuée : cependant au dessous on trouve une terre humide et mêlée de végétaux, et, à vingt-six pieds, des arbres

1. Voyez *Ray's Discourses*, page 232.

2. Je doute beaucoup de la vérité de ce fait : tous les arbres qu'on tire de la terre, au moins tous ceux que j'ai vus, soit chênes, soit autres, perdent, en se desséchant, toute la solidité qu'ils paroissent avoir d'abord, et ne doivent jamais être employés dans les bâtimens.

tout entiers, comme des noisetiers avec les noisettes dessus, et une grande quantité de branches et de feuilles d'arbres; à vingt-huit pieds on trouve une craie tendre mêlée de beaucoup de coquillages, et ce lit a onze pieds d'épaisseur, après quoi on retrouve encore des végétaux, des feuilles et des branches; et ainsi alternativement de la craie et une terre mêlée de végétaux jusqu'à la profondeur de soixante-trois pieds, à laquelle profondeur est un lit de sable mêlé de petit gravier et de coquilles semblables à celles qu'on trouve sur les côtes de la mer d'Italie. Ces lits successifs de terre marécageuse et de craie se trouvent toujours dans le même ordre, en quelque endroit qu'on fouille, et quelquefois la tarière trouve de gros troncs d'arbres qu'il faut percer; ce qui donne beaucoup de peine aux ouvriers : on y trouve aussi des os, du charbon de terre, des cailloux, et des morceaux de fer. Ramazzini, qui rapporte ces faits, croit que le golfe de Venise s'étendoit autrefois jusqu'à Modène et au delà, et que par la succession des temps les rivières, et peut-être les inondations de la mer, ont formé successivement ce terrain.

Je ne m'étendrai pas davantage ici sur les variétés que présentent ces couches de nouvelle formation : il suffit d'avoir montré qu'elles n'ont pas d'autres causes que les eaux courantes ou stagnantes qui sont à la surface de la terre, et qu'elles ne sont jamais aussi dures ni aussi solides que les couches anciennes qui se sont formées sous les eaux de la mer.

Sur les bois souterrains pétrifiés et charbonnifiés.

* « Dans les terres du duc de Saxe-Cobourg, qui sont sur les frontières de la Franconie et de la Saxe, à quelques lieues de la ville de Cobourg même, on a trouvé, à une petite profondeur, des arbres entiers pétrifiés à un tel point de perfection, qu'en les travaillant on trouve que cela fait une pierre aussi belle et aussi dure que l'agate. Les princes de Saxe en ont donné quelques morceaux à M. Schœpflin, qui en a envoyé deux à M. de Buffon pour le Cabinet du Roi : on a fait de ces bois pétrifiés des vases et autres beaux ouvrages [1]. »

On trouve aussi du bois qui n'a point changé de nature, à d'assez grandes profondeurs dans la terre. M. Du Verny, officier d'artillerie, m'en a envoyé des échantillons avec le détail suivant. « La ville de La Fère, où je suis actuellement en garnison, fait travailler, depuis le 15 du mois d'août de cette année 1753, à chercher de l'eau par le moyen de la tarière : lorsqu'on fut parvenu à trente-neuf pieds au dessous du sol, on trouva un lit de marne, que l'on a continué de percer jusqu'à cent vingt-un pieds : ainsi, à cent soixante pieds de profondeur, on a trouvé, deux fois consécutives, la tarière remplie d'une marne mêlée d'une très-grande quantité de fragmens de bois, que tout le monde a reconnus pour être du chêne. Je vous en envoie deux échantillons. Les jours suivans, on a trouvé toujours la même marne, mais moins mêlée de bois, et on en a trouvé jusqu'à la profondeur de deux cent dix pieds, où l'on a cessé le travail. »

« On trouve, dit M. Justi, des morceaux de bois pétrifiés d'une prodigieuse grandeur dans le pays de Cobourg, qui appartient à une branche de la maison de Saxe; et dans les montagnes de Misnie, on a tiré de la terre des arbres entiers, qui étoient entièrement changés en une très-belle agate. Le Cabinet impérial de Vienne renferme un grand nombre de pétrifications en ce genre. Un morceau destiné pour ce même Cabinet étoit d'une circonférence qui égaloit celle d'un gros billot de boucherie. La partie qui avoit été bois étoit changée dans une très-belle agate d'un gris noir; et au lieu de l'écorce on voyoit régner tout autour du tronc une bande d'une très-belle agate blanche.

« L'empereur aujourd'hui régnant.... a souhaité qu'on découvrît quelque moyen pour fixer l'âge des pétrifications.... Il donna ordre à son ambassadeur à Constantinople de demander la permission de faire retirer du Danube un des piliers du pont de *Trajan*, qui est à quelques milles au dessous de Belgrade. Cette permission ayant été accordée, on retira un de ces piliers, que l'on présumoit devoir être pétrifié par les eaux du Danube; mais on reconnut que la pétrification étoit très-peu avancée pour un espace de temps si considérable. Quoiqu'il se fût passé plus de seize siècles depuis que le pilier en question étoit dans le Danube, elle n'y avoit pénétré tout au plus qu'à l'épaisseur de trois quarts de pouce, et même à quelque chose de moins : le reste du bois, peu différent de l'ordinaire, ne commençoit qu'à se calciner.

« Si de ce fait seul on pouvoit tirer une

1. Lettre de M. Schœpflin; Strasbourg, 24 septembre 1746.

juste conséquence pour toutes les autres pétrifications, on en concluroit que la nature a eu besoin peut-être de cinquante mille ans pour changer en pierres des arbres de la grosseur de ceux qu'on a trouvés pétrifiés en différens endroits; mais il peut fort bien arriver qu'en d'autres lieux le concours de plusieurs causes opère la pétrification plus promptement....

« On a vu à Vienne une bûche pétrifiée, qui étoit venue des montagnes Carpathes en Hongrie, sur laquelle paroissoient distinctement les hachures qui y avoient été faites avant sa pétrification; et ces mêmes hachures étoient si peu altérées par le changement arrivé au bois, qu'on y remarquoit qu'elles avoient été faites avec un tranchant qui avoit une petite brèche....

« Au reste, il paroît que le bois pétrifié est beaucoup moins rare dans la nature qu'on ne le pense communément, et qu'en bien des endroits il ne manque, pour le découvrir, que l'œil d'un naturaliste curieux. J'ai vu auprès de Mansfeld une grande quantité de bois de chêne pétrifié, dans un endroit où beaucoup de gens passent tous les jours sans apercevoir ce phénomène. Il y avoit des bûches entièrement pétrifiées, dans lesquelles on reconnoissoit très-distinctement les anneaux formés par la croissance annuelle du bois, l'écorce, l'endroit de la coupe, et toutes les marques du bois de chêne. »

M. Clozier, qui a trouvé différentes pièces de bois pétrifié sur les collines aux environs d'Étampes, et particulièrement sur celle de Saint-Symphorien, a jugé que ces différens morceaux de bois pouvoient provenir de quelques couches pétrifiées qui étoient dans ces montagnes : en conséquence, il a fait faire des fouilles sur la montagne de Saint-Symphorien, dans un endroit qu'on lui avoit indiqué; et, après avoir creusé la terre de plusieurs pieds, il vit d'abord une racine de bois pétrifiée qui le conduisit à la souche d'un arbre de même nature.

Cette racine, depuis son commencement jusqu'au tronc où elle étoit attachée, avoit au moins, dit-il, cinq pieds de longueur; il y en avoit cinq autres qui y tenoient aussi, mais moins longues....

Les moyennes et petites racines n'ont pas été bien pétrifiées; ou du moins leur pétrification étoit si friable, qu'elles sont restées dans le sable où étoit la souche en une espèce de poussière ou de cendre. Il y a lieu de croire que lorsque la pétrification s'est communiquée à ces racines, elles étoient presque pourries, et que les parties ligneuses qui les composoient, étant trop désunies par la pourriture, n'ont pu acquérir la solidité requise pour une vraie pétrification....

La souche porte, dans son plus gros, près de six pieds de circonférence ; à l'égard de sa hauteur, elle porte, dans sa partie la plus élevée, trois pieds huit à dix pouces; son poids est au moins de cinq à six cents livres. La souche, ainsi que les racines, ont conservé toutes les apparences du bois, comme écorce, aubier, bois dur, pourriture, trous de petits et gros vers, excrémens de ces mêmes vers; toutes ces différentes parties pétrifiées, mais d'une pétrification moins dure et moins solide que le corps ligneux, qui étoit bien sain lorsqu'il a été saisi par les parties pétrifiantes. Ce corps ligneux est changé en un vrai caillou de différentes couleurs, rendant beaucoup de feu étant frappé avec le fer trempé, et sentant, après qu'il a été frappé ou frotté, une très-forte odeur de soufre....

Ce tronc d'arbre pétrifié étoit couché presque horizontalement.... Il étoit couvert de plus de quatre pieds de terre, et la grande racine étoit en dessus, et n'étoit enfoncée que de deux pieds dans la terre.

M. l'abbé Mazéas, qui a découvert à un demi-mille de Rome, au delà de la porte du Peuple, une carrière de bois pétrifié, s'exprime dans les termes suivans :

« Cette carrière de bois pétrifié, dit-il, forme une suite de collines en face de *Monte-Mario*, situé de l'autre côté du Tibre.... Parmi ces morceaux de bois entassés les uns sur les autres d'une manière irrégulière, les uns sont simplement sous la forme d'une terre durcie, et ce sont ceux qui se trouvent dans un terrain léger, sec, et qui ne paroît nullement propre à la nourriture des végétaux : les autres sont pétrifiés, et ont la couleur, le brillant et la dureté de l'espèce de résine cuite, connue dans nos boutiques sous le nom de *colophane;* ces bois pétrifiés se trouvent dans un terrain de même espèce que le précédent, mais plus humide : les uns et les autres sont parfaitement bien conservés : tous se réduisent par la calcination en une véritable terre, aucun ne donnant de l'alun, soit en le traitant au feu, soit en les combinant avec l'acide vitriolique. »

M. Dumonchau, docteur en médecine et très-habile physicien à Douai, a bien voulu m'envoyer, pour le Cabinet du Roi, un morceau d'un arbre pétrifié, avec le détail historique suivant :

« La pièce de bois pétrifié que j'ai l'honneur de vous envoyer a été cassée à un tronc d'arbre trouvé à plus de cent cinquante pieds de profondeur en terre.... En creusant l'année dernière (1754) un puits pour sonder du charbon à Notre-Dame-au-Bois, village situé entre Condé, Saint-Amand, Mortagne et Valenciennes, on a trouvé à environ six cents toises de l'Escaut, après avoir passé trois niveaux d'eau, d'abord sept pieds de rocher ou de pierre dure que les charbonniers nomment en leur langage *tourtia;* ensuite, étant parvenu à une terre marécageuse, on a rencontré, comme je viens de le dire, à cent cinquante pieds de profondeur, un tronc d'arbre de deux pieds de diamètre, qui traversoit le puits que l'on creusoit, ce qui fit qu'on ne put pas en mesurer la longueur; il étoit appuyé sur un gros grès; et bien des curieux, voulant avoir de ce bois, on en détacha plusieurs morceaux du tronc. La petite pièce que j'ai l'honneur de vous envoyer fut coupée d'un morceau qu'on donna à M. Laurent, savant mécanicien....

« Ce bois paroît plutôt charbonnifié que pétrifié. Comment un arbre se trouve-t-il si avant dans la terre? est-ce que le terrain où on l'a trouvé a été jadis aussi bas? Si cela est, comment ce terrain auroit-il pu augmenter ainsi de cent cinquante pieds? d'où seroit venue toute cette terre?

« Les sept pieds de *tourtia* que M. Laurent a observés, se trouvant répandus de même dans tous les autres puits à charbon, de dix lieues à la ronde, sont donc une production postérieure à ce grand amas supposé de terre.

« Je vous laisse, monsieur, la chose à décider; vous vous êtes familiarisé avec la nature pour en comprendre les mystères les plus cachés : ainsi je ne doute pas que vous n'expliquiez ceci aisément. »

M. Fougeroux de Bondaroy, de l'Académie royale des Sciences, rapporte plusieurs faits sur les bois pétrifiés dans un mémoire qui mérite des éloges, et dont voici l'extrait:

« Toutes les pierres fibreuses et qui ont quelque ressemblance avec le bois ne sont pas du bois pétrifié; mais il y en a beaucoup d'autres qu'on auroit tort de ne pas regarder comme telles, surtout si l'on y remarque l'organisation propre aux végétaux....

« On ne manque pas d'observations qui prouvent que le bois peut se convertir en pierre, au moins aussi aisément que plusieurs autres substances qui éprouvent incontestablement cette transmutation; mais il n'est pas aisé d'expliquer comment elle se fait : j'espère qu'on me permettra de hasarder sur cela quelques conjectures que je tâcherai d'appuyer sur des observations.

« On trouve des bois qui, étant, pour ainsi dire, à demi pétrifiés, s'éloignent peu de la pesanteur du bois; ils se divisent aisément par feuillets, ou même par filamens, comme certains bois pourris : d'autres, plus pétrifiés, ont le poids, la dureté et l'opacité de la pierre de taille; d'autres, dont la pétrification est encore plus parfaite, prennent le même poli que le marbre, pendant que d'autres acquièrent celui des belles agates orientales. J'ai un très-beau morceau qui a été envoyé de la Martinique à M. Duhamel, qui est changé en une très-belle sardoine. Enfin on en trouve de convertis en ardoise. Dans ces morceaux on en trouve qui ont tellement conservé l'organisation du bois, qu'on y découvre avec la loupe tout ce qu'on pourroit voir dans un morceau de bois non pétrifié.

« Nous en avons trouvé qui sont encroûtés par une mine de fer sableuse, et d'autres sont pénétrés d'une substance qui, étant plus chargée de soufre et de vitriol, les rapproche de l'état des pyrites : quelques-uns sont, pour ainsi dire, lardés par une mine de fer très-pure; d'autres sont traversés par des veines d'agate très-noires.

« On trouve des morceaux de bois dont une partie est convertie en pierre, et l'autre en agate : la partie qui n'est convertie qu'en pierre est tendre, tandis que l'autre a la dureté des pierres précieuses.

« Mais comment certains morceaux, quoi que convertis en agate très-dure, conservent-ils des caractères d'organisation très-sensibles, les cercles concentriques, les insertions, l'extrémité des tuyaux destinés à porter la sève, la distinction de l'écorce, de l'aubier, et du bois? Si l'on imaginoit que la substance végétale fût entièrement détruite, ils ne devroient représenter qu'une agate sans les caractères d'organisation dont nous parlons; si, pour conserver cette apparence d'organisation, on vouloit que le bois subsistât, et qu'il n'y eût que les pores qui fussent remplis par le suc pétrifiant, il semble que l'on pourroit extraire de l'agate les parties végétales : cependant je n'ai pu y parvenir en aucune manière. Je pense donc que les morceaux dont il s'agit ne contiennent aucune partie qui ait conservé la nature du bois, et, pour rendre sensible mon idée, je prie qu'on se rappelle que si on distille

à la cornue un morceau de bois, le charbon qui restera après la distillation ne pèsera pas un sixième du poids du morceau de bois : si on brûle le charbon, on n'en obtiendra qu'une très-petite quantité de cendre, qui diminuera encore quand on en aura retiré les sels lixiviels.

« Cette petite quantité de cendre étant la partie vraiment fixe, l'analyse chimique dont je viens de tracer l'idée prouve assez bien que les parties fixes d'un morceau de bois sont réellement très-peu de chose, et que la plus grande portion de matière qui constitue un morceau de bois est destructible, et peut être enlevée peu à peu par l'eau, à mesure que le bois se pourrit...

« Maintenant, si l'on conçoit que la plus grande partie du bois est détruite, que le squelette ligneux qui reste est formé par une terre légère et perméable au suc pétrifiant, sa conversion en pierre, en agate, en sardoine, ne sera pas plus difficile à concevoir que celle d'une terre bolaire, crétacée, ou de toute autre nature : toute la différence consistera en ce que cette terre végétale ayant conservé une apparence d'organisation, le suc pétrifiant se moulera dans ses pores, s'introduira dans ses molécules terreuses, en conservant néanmoins le même caractère..... »

Voici encore quelques faits et quelques observations qu'on doit ajouter aux précédentes. En août 1773, à Montigny-sur-Braine, bailliage de Châlons, vicomté d'Auxonne, en creusant le puits de la cure, on a trouvé à trente-trois pieds de profondeur, un arbre couché sur son flanc, dont on n'a pu découvrir l'espèce. Les terres supérieures ne paroissent avoir été touchées de main d'homme, d'autant que les lits semblent être intacts : car on trouve au dessous du terrain un lit de terre glaise de huit pieds, ensuite un lit de sable de dix pieds; après cela, un lit de terre grasse d'environ six à sept pieds, ensuite un autre lit de terre grasse pierreuse de quatre à cinq pieds, ensuite un lit de sable noir de trois pieds; enfin l'arbre étoit dans la terre grasse. La rivière de Braine est au levant de cet endroit, et n'en est éloignée que d'une portée de fusil; elle coule dans une prairie de quatre-vingts pieds plus basse que l'emplacement de la cure.

M. de Grignon m'a informé que, sur les bords de la Marne, près Saint-Dizier, l'on trouve un lit de bois pyriteux dont on reconnoît l'organisation. Ce lit de bois est situé sous un banc de grès, qui est recouvert d'une couche de pyrites en gâteaux, surmontée d'un banc de pierre calcaire, et le lit de bois pyriteux porte sur une glaise noirâtre.

Il a aussi trouvé, dans les fouilles qu'il a faites pour la découverte de la ville souterraine du Châtelet, des instrumens de fer qui avoient eu des manches de bois, et il a observé que ce bois étoit devenu une véritable mine de fer du genre des hématites. L'organisation du bois n'étoit pas détruite; mais il étoit cassant et d'un tissu aussi serré que celui de l'hématite dans toute son épaisseur. Ces instrumens de fer à manche de bois avoient été enfouis dans la terre pendant seize ou dix sept cents ans, et la conversion du bois en hématite s'est faite par la décomposition du fer, qui peu à peu a rempli les pores du bois. (*Add. Buff.*)

Sur l'éboulement et le déplacement de quelques terrains.

* La rupture des cavernes et l'action des feux souterrains sont les principales causes des grands éboulemens de la terre, mais souvent il s'en fait aussi par de plus petites causes; la filtration des eaux, en délayant les argiles sur lesquelles portent les rochers de presque toutes les montagnes calcaires, a souvent fait pencher ces montagnes et causé des éboulemens assez remarquables pour que nous devions en donner ici quelques exemples.

« En 1757, dit M. Perronet, une partie du terrain qui se trouve situé à mi-côte avant d'arriver au château de Croix-Fontaine s'entr'ouvrit en nombre d'endroits et s'éboula successivement par parties; le mur de terrasse qui retenoit le pied de ces terres fut renversé, et on fut obligé de transporter plus loin le chemin qui étoit établi le long du mur... Ce terrain étoit porté sur une base de terre inclinée. » Ce savant et premier ingénieur de nos ponts et chaussées cite un autre accident de même espèce arrivé, en 1733, à Pardines, près d'Issoire en Auvergne : le terrain, sur environ quatre cents toises de longueur et trois cents toises de largeur, descendit sur une prairie assez éloignée, avec les maisons, les arbres, et ce qui étoit dessus. Il ajoute que l'on voit quelquefois des parties considérables de terrain emportées, soit par des réservoirs supérieurs d'eau dont les digues viennent à se rompre, ou par une fonte subite de neiges. En 1757, au village de Guet, à dix lieues de Grenoble, sur la route de Briançon, tout le ter

rain, lequel est en pente, glissa et descendit en un instant vers le Drac, qui en est éloigné d'environ un tiers de lieue; la terre se fendit dans le village, et la partie qui a glissé se trouve de six, huit, et neuf pieds plus basse qu'elle n'étoit : ce terrain étoit posé sur un rocher assez uni et incliné à l'horizon d'environ 40 degrés.

Je puis ajouter à ces exemples un autre fait dont j'ai eu tout le temps d'être témoin, et qui m'a même occasioné une dépense assez considérable. Le tertre isolé sur lequel sont situés la ville et le vieux château de Montbard est élevé de cent quarante pieds au dessus de la rivière, et la côte la plus rapide est celle du nord-est : ce tertre est couronné de rochers calcaires, dont les bancs pris ensemble ont cinquante-quatre pieds d'épaisseur; partout ils portent sur un massif de glaise, qui par conséquent a jusqu'à la rivière soixante-six pieds d'épaisseur. Mon jardin, environné de plusieurs terrasses, est situé sur le sommet de ce tertre. Une partie du mur, longue de vingt-cinq à vingt-six toises, de la dernière terrasse du côté du nord-est où la pente est la plus rapide, a glissé tout d'une pièce en faisant refouler le terrain inférieur, et il seroit descendu jusqu'au niveau du terrain voisin de la rivière si l'on n'eût pas prévenu son mouvement progressif, en le démolissant : ce mur avoit sept pieds d'épaisseur, et il étoit fondé sur la glaise. Ce mouvement se fit très-lentement : je reconnus évidemment qu'il n'étoit occasioné que par le suintement des eaux; toutes celles qui tombent sur la plate-forme du sommet de ce tertre pénètrent par les fentes des rochers jusqu'à cinquante-quatre pieds sur le massif de glaise qui leur sert de base : on en est assuré par les deux puits qui sont sur la plate-forme, et qui ont en effet cinquante-quatre pieds de profondeur; ils sont pratiqués du haut en bas dans les bancs calcaires. Toutes les eaux pluviales qui tombent sur cette plate-forme et sur les terrasses adjacentes se rassemblent donc sur le massif d'argile ou glaise auquel aboutissent les fentes perpendiculaires de ces rochers; elles forment de petites sources en différens endroits qui sont encore clairement indiquées par plusieurs puits, tous abondans, et creusés au dessous de la couronne des rochers; et, dans tous les endroits où l'on tranche ce massif d'argile par des fossés, on voit l'eau suinter et venir d'en haut : il n'est donc pas étonnant que des murs, quelque solides qu'ils soient, glissent sur le premier banc de cette argile humide, s'ils ne sont pas fondés à plusieurs pieds au dessous, comme je l'ai fait faire en les reconstruisant. Néanmoins la même chose est encore arrivée du côté du nord-ouest de ce tertre, où la pente est plus douce et sans sources apparentes : on avoit tiré de l'argile à douze ou quinze pieds de distance d'un gros mur épais de onze pieds sur trente-cinq de hauteur et douze toises de longueur; ce mur est construit de très-bons matériaux, et il subsiste depuis plus de neuf cents ans : cette tranchée où l'on tiroit de l'argile et qui ne descendoit pas à plus de quatre à cinq pieds, a néanmoins fait faire un mouvement à cet énorme mur; il penche d'environ quinze pouces sur sa hauteur perpendiculaire, et je n'ai pu le retenir et prévenir sa chute que par des piliers butans de sept à huit pieds de saillie sur autant d'épaisseur, fondés à quatorze pieds de profondeur.

De ces faits particuliers j'ai tiré une conséquence générale dont aujourd'hui on ne fera pas autant de cas que l'on en auroit fait dans les siècles passés : c'est qu'il n'y a pas un château ou forteresse située sur des hauteurs qu'on ne puisse aisément faire couler dans la plaine ou vallée au moyen d'une simple tranchée de dix ou douze pieds de profondeur sur quelques toises de largeur, en pratiquant cette tranchée à une petite distance des derniers murs, et choisissant pour l'établir le côté où la pente est la plus rapide. Cette manière dont les anciens ne se sont pas doutés leur auroit épargné bien des béliers et d'autres machines de guerre, et aujourd'hui même on pourroit s'en servir avantageusement dans plusieurs cas : je me suis convaincu par mes yeux, lorsque ces murs ont glissé, que, si la tranchée qu'on a faite pour les reconstruire n'eût pas été promptement remplie de forte maçonnerie, les murs anciens et les deux tours qui subsistent encore en bon état depuis neuf cents ans, et dont l'une a cent vingt-cinq pieds de hauteur, auroient coulé dans le vallon avec les rochers sur lesquels ces tours et ces murs sont fondés; et, comme toutes nos collines composées de pierres calcaires portent généralement sur un fond d'argile dont les premiers lits sont toujours plus ou moins humectés par les eaux qui filtrent dans les fentes des rochers et descendent jusqu'à ce premier lit d'argile, il me paroît certain qu'en éventant cette argile, c'est-à-dire en exposant à l'air par une tranchée ces premiers lits imbibés des eaux, la masse entière des rochers et du terrain qui porte sur ce massif d'argile couleroit en glissant sur le pre-

mier lit, et descendroit jusque dans la tranchée en peu de jours, surtout dans un temps de pluie. Cette manière de démanteler une forteresse est bien plus simple que tout ce qu'on a pratiqué jusqu'ici, et l'expérience m'a démontré que le succès en est certain.

Sur les ossemens que l'on trouve quelquefois dans l'intérieur de la terre.

* « Dans la paroisse du Haux, pays d'entre deux mers, à demi-lieue du port de Langoiran, une pointe de rocher haute de onze pieds se détacha d'un coteau qui avoit auparavant trente pieds de hauteur, et, par sa chute, elle répandit dans le vallon une grande quantité d'ossemens ou de fragmens d'ossemens d'animaux, quelques-uns pétrifiés. Il est indubitable qu'ils en sont; mais il est très-difficile de déterminer à quels animaux ils appartiennent : le plus grand nombre sont des dents, quelques-unes peut-être de bœuf ou de cheval ; mais la plupart trop grandes ou trop grosses pour en être, sans compter la différence de figure ; il y a des os de cuisses ou de jambes, et même un fragment de bois de cerf ou d'élan : le tout étoit enveloppé de terre commune, et enfermé entre deux lits de roches. Il faut nécessairement concevoir que des cadavres d'animaux ayant été jetés dans une roche creuse, et leurs chairs s'étant pourries, il s'est formé par dessus cet amas une roche de onze pieds de haut, ce qui a demandé une longue suite de siècles...

« MM. de l'Académie de Bordeaux, qui ont examiné toute cette matière en habiles physiciens... ont trouvé qu'un grand nombre de fragmens mis à un feu très-vif sont devenus d'un beau bleu de turquoise, que quelques petites parties en ont pris la consistance, et que, taillées par un lapidaire, elles en ont le poli... Il ne faut pas oublier que des os qui appartenoient visiblement à différens animaux ont également bien réussi à devenir turquoises [1].

« Le 28 janvier 1760, on trouva auprès de la ville d'Aix en Provence, dit M. Guettard, à cent soixante toises au dessus des bains des eaux minérales, des ossemens renfermés dans un rocher de pierre grise à sa superficie : cette pierre ne formoit point de lits, et n'étoit point feuilletée; c'étoit une masse continue et entière...

« Après avoir, par le moyen de la poudre, pénétré à cinq pieds de profondeur dans l'intérieur de cette pierre, on y trouva une grande quantité d'ossemens humains de toutes les parties du corps, savoir, des mâchoires et leurs dents, des os du bras, de la cuisse, des jambes, des côtes, des rotules, et plusieurs autres mêlés confusément et dans le plus grand désordre. Les crânes entiers, ou divisés en petites parties, semblent y dominer.

« Outre ces ossemens humains, on en a rencontré plusieurs autres par morceaux, qu'on ne peut attribuer à l'homme : ils sont, dans certains endroits, ramassés par pelotons; ils sont épars dans d'autres...

« Lorsqu'on a creusé jusqu'à la profondeur de quatre pieds et demi, on a rencontré six têtes humaines dans une situation inclinée. De cinq de ces têtes on a conservé l'occiput avec ses adhérences, à l'exception des os de la face : cet occiput étoit en partie incrusté dans la pierre; son intérieur en étoit rempli, et cette pierre en avoit pris la forme. La sixième tête est dans son entier du côté de la face, qui n'a reçu aucune altération ; elle est large à proportion de sa longueur : on y distingue la forme des joues charnues; les yeux sont fermés, assez longs, mais étroits : le front est un peu large; le nez fort aplati, mais bien formé, la ligne du milieu un peu marquée; la bouche bien faite et fermée, ayant la lèvre supérieure un peu forte relativement à l'inférieure : le menton est bien proportionné, et les muscles du total sont très-articulés. La couleur de cette tête est rougeâtre, et ressemble assez bien aux têtes de tritons imaginées par les peintres : sa substance est semblable à celle de la pierre où elle a été trouvée; elle n'est, à proprement parler, que le masque de la tête naturelle... »

La relation ci-dessus a été envoyée par M. le baron de Gaillard-Longjumeau à madame de Boisjourdain, qui l'a ensuite fait parvenir à M. Guettard avec quelques morceaux des ossemens en question. On peut douter avec raison que ces prétendues têtes humaines soient réellement des têtes d'hommes : « car tout ce qu'on voit dans cette carrière, dit M. de Longjumeau, annonce qu'elle s'est formée de débris de corps qui ont été brisés, et qui ont dû être ballottés et roulés dans les flots de la mer dans le temps que ces os se sont amoncelés. Ces amas ne se faisant qu'à la longue, et n'étant surtout recouverts de matière pierreuse que successivement, on ne conçoit pas aisément comment il pourroit s'être formé un masque sur la face de ces têtes, les chairs n'étant

1. *Histoire de l'Académie des Sciences*, année 1719, page 24.

pas long-temps à se corrompre, lors surtout que les corps sont ensevelis sous les eaux. On peut donc très-raisonnablement croire que ces prétendues têtes humaines n'en sont réellement point... il y a même tout lieu de penser que les os qu'on croit appartenir à l'homme sont ceux des squelettes de poissons dont on a trouvé les dents, et dont quelques unes étoient enclavées dans les mêmes quartiers de pierre qui renfermoient les os qu'on dit être humains.

« Il paroît que les amas d'os des environs d'Aix sont semblables à ceux que M. Borda a fait connoître depuis quelques années, et qu'il a trouvés pres de Dax en Gascogne. Les dents qu'on a découvertes à Aix paroissent, par la description qu'on en donne, être semblables à celles qui ont été trouvées à Dax, et dont une mâchoire inférieure étoit encore garnie : on ne peut douter que cette mâchoire ne soit celle d'un gros poisson... Je pense donc que les os de la carrière d'Aix sont semblables à ceux qui ont été découverts à Dax..., et que ces ossemens, quels qu'ils soient, doivent être rapportés à des squelettes de poissons plutôt qu'à des squelettes humains...

« Une des têtes en question avoit environ sept pouces et demi de longueur sur trois de largeur et quelques lignes de plus; sa forme est celle d'un globe allongé, aplati à sa base, plus gros à l'extrémité postérieure qu'à l'extrémité antérieure, divisé suivant sa largeur et de haut en bas, par sept ou huit bandes larges depuis sept jusqu'à douze lignes : chaque bande est elle-même divisée en deux parties égales par un léger sillon ; elles s'étendent depuis la base jusqu'au sommet : dans cet endroit, celles d'un côté sont séparées de celles du côté opposé par un autre sillon plus profond, et qui s'élargit insensiblement depuis la partie antérieure jusqu'à la partie postérieure.

« A cette description, on ne peut reconnoître le noyau d'une tête humaine : les os de la tête de l'homme ne sont pas divisés en bandes comme l'est le corps dont il s'agit; une tête humaine est composée de quatre os principaux, dont on ne retrouve pas la forme dans le noyau dont on a donné la description : elle n'a pas intérieurement une crête qui s'étende longitudinalement depuis sa partie antérieure jusqu'à sa partie postérieure, qui la divise en deux parties égales, et qui ait pu former le sillon sur la partie supérieure du noyau pierreux.

« Ces considérations me font penser que le corps est plutôt celui d'un nautile que celui d'une tête humaine. En effet, il y a des nautiles qui sont séparés en bandes ou boucliers comme ce noyau : ils ont un canal ou siphon qui règne dans la longueur de leur courbure, qui les sépare en deux, et qui en aura formé le sillon pierreux, etc. »

Je suis très-persuadé, ainsi que M. le baron de Longjumeau, que ces prétendues têtes n'ont jamais appartenu à des hommes, mais à des animaux du genre des phoques, des loutres marines, et des grands lions marins et ours marins. Ce n'est pas seulement à Aix ou à Dax que l'on trouve, sur les rochers et dans les cavernes, des têtes et des ossemens de ces animaux; S. A. le prince margrave d'Anspach, actuellement régnant, et qui joint au goût des belles connoissances la plus grande affabilité, a eu la bonté de me donner, pour le Cabinet du Roi, une collection d'ossemens tirés des cavernes de *Gailenreute*, dans son margraviat de Bareith. M. Daubenton a comparé ces os avec ceux de l'ours commun : ils en diffèrent en ce qu'ils sont beaucoup plus grands; la tête et les dents sont plus longues et plus grosses, et le museau plus allongé et plus renflé que dans nos plus grands ours. Il y a aussi dans cette collection, dont ce noble prince a bien voulu me gratifier, une petite tête que ses naturalistes avoient désignée sous le nom de *tête du petit phoca de M. de Buffon ;* mais comme l'on ne connoît pas assez la forme et la structure des têtes de lions marins, d'ours marins, et de tous les grands et petits phoques, nous croyons devoir encore suspendre notre jugement sur les animaux auxquels ces ossemens fossiles ont appartenu. (*Add. Buff.*)

ARTICLE XIX.

Des changemens de terres en mers, et de mers en terres.

Il paroît par ce que nous avons dit dans les articles I, VI, VIII, et IX, qu'il est arrivé au globe terrestre de grands changemens qu'on peut regarder comme généraux ; et il est certain par ce que nous avons rapporté dans les autres articles, que la surface de la terre a souffert des altérations particulières. Quoique l'ordre, ou plutôt la succession de ces altérations ou changemens particuliers, ne soit pas bien bien connue, nous en connoissons cependant les causes principales : nous sommes même en état d'en distinguer les différens effets; et si nous pouvions rassembler tous les indices et tous les

faits que l'histoire naturelle et l'histoire civile nous fournissent au sujet des révolutions arrivées à la surface de la terre, nous ne doutons pas que la théorie que nous avons donnée n'en devînt plus plausible.

L'une des principales causes des changemens qui arrivent sur la terre, c'est le mouvement de la mer, mouvement qu'elle a éprouvé de tout temps; car dès la création il y a eu le soleil, la lune, la terre, les eaux, l'air, etc. : dès lors le flux et le reflux, le mouvement d'orient en occident, celui des vents et des courans, se sont fait sentir; les eaux ont eu dès lors les mêmes mouvemens que nous remarquons aujourd'hui dans la mer; et quand même on supposeroit que l'axe du globe auroit eu une autre inclinaison, et que les continens terrestres, aussi bien que les mers, auroient eu une autre disposition, cela ne détruit point le mouvement du flux et du reflux, non plus que la cause et l'effet des vents : il suffit que l'immense quantité d'eau qui remplit le vaste espace des mers se soit trouvée rassemblée quelque part sur le globe de la terre, pour que le flux et le reflux, et les autres mouvemens de la terre, aient été produits.

Lorsqu'une fois on a commencé à soupçonner qu'il se pouvoit bien que notre continent eût autrefois été le fond d'une mer, on se le persuade bientôt à n'en pouvoir douter : d'un coté ces débris de la mer qu'on trouve partout, de l'autre la situation horizontale des couches de la terre, et enfin cette disposition des collines et des montagnes qui se correspondent, me paroissent autant de preuves convaincantes; car en considérant les plaines, les vallées, les collines, on voit clairement que la surface de la terre a été figurée par les eaux; en examinant l'intérieur des coquilles qui sont renfermées dans les pierres, on reconnoît évidemment que ces pierres se sont formées par le sédiment des eaux, puisque les coquilles sont remplies de la matiere même de la pierre qui les environne; et enfin en réfléchissant sur la forme des collines, dont les angles saillans répondent toujours aux angles rentrans des collines opposées, on ne peut pas douter que cette direction ne soit l'ouvrage des courans de la mer. A la vérité, depuis que notre continent est découvert, la forme de la surface a un peu changé, les montagnes ont diminué de hauteur, les plaines se sont élevées, les angles des collines sont devenus plus obtus, plusieurs matieres entrainées par les fleuves se sont arrondies, il s'est formé des couches de tuf, de pierre molle, de gravier, etc. : mais l'essentiel est demeuré, la forme ancienne se reconnoît encore, et je suis persuadé que tout le monde peut se convaincre par ses yeux de tout ce que nous avons dit à ce sujet, et que quiconque aura bien voulu suivre nos observations et nos preuves ne doutera pas que la terre n'ait été autrefois sous les eaux de la mer, et que ce ne soient les courans de la mer qui aient donné à la surface de la terre la forme que nous voyons.

Le mouvement principal des eaux de la mer est, comme nous l'avons dit, d'orient en occident : aussi il nous paroît que la mer a gagné sur les côtes orientales, tant de l'ancien que du nouveau continent, un espace d'environ cinq cents lieues; on doit se souvenir des preuves que nous en avons données dans l'article XI, et nous pouvons y ajouter que tous les détroits qui joignent les mers sont dirigés d'orient en occident : le détroit de Magellan, les deux détroits de Forbisher, celui d'Hudson, le détroit de l'île de Ceylan, ceux de la mer de Corée et de Kamtschatka, ont tous cette direction, et paroissent avoir été formés par l'irruption des eaux qui, étant poussées d'orient en occident, se sont ouvert ces passages dans la même direction, dans laquelle elles éprouvent aussi un mouvement plus considérable que dans toutes les autres directions; car il y a dans tous ces détroits des marées très-violentes, au lieu que dans ceux qui sont situés sur les côtes occidentales, comme l'est celui de Gibraltar, celui de Sund, etc., le mouvement des marées est presque insensible.

Les inégalités du fond de la mer changent la direction du mouvement des eaux; elles ont été produites successivement par les sédimens de l'eau et par les matieres qu'elle a transportées, soit par son mouvement de flux et de reflux, soit par d'autres mouvemens : car nous ne donnons pas pour cause unique de ces inégalités le mouvement du flux et du reflux; nous avons seulement donné cette cause comme la principale et la première, parce qu'elle est la plus constante et qu'elle agit sans interruption : mais on doit aussi admettre comme cause l'action des vents; ils agissent même à la surface de l'eau avec une toute autre violence que les marées, et l'agitation qu'ils communiquent à la mer est bien plus considérable pour les effets extérieurs; elle s'étend même à des profondeurs considérables, comme on le voit par les matieres qui se détachent, par la tempête,

du fond des mers, et qui ne sont presque jamais rejetées sur les rivages que dans les temps d'orage.

Nous avons dit qu'entre les tropiques, et même à quelques degrés au delà, il règne continuellement un vent d'est; ce vent, qui contribue au mouvement général de la mer d'orient en occident, est aussi ancien que le flux et le reflux, puisqu'il dépend du cours du soleil et de la raréfaction de l'air produite par la chaleur de cet astre. Voilà donc deux causes de mouvement réunies, et plus grandes sous l'équateur que partout ailleurs : la première, le flux et le reflux, qui, comme l'on sait, est plus sensible dans les climats méridionaux; et la seconde, le vent d'est, qui souffle continuellement dans ces mêmes climats; ces deux causes ont concouru, depuis la formation du globe, à produire les mêmes effets, c'est-à-dire à faire mouvoir les eaux d'orient en occident, et à les agiter avec plus de force dans cette partie du monde que dans toutes les autres; c'est pour cela que les plus grandes inégalités de la surface du globe se trouvent entre les tropiques. La partie de l'Afrique, comprise entre ces deux cercles, n'est, pour ainsi dire, qu'un groupe de montagnes, dont les différentes chaînes s'étendent, pour la plupart, d'orient en occident, comme on peut s'en assurer en considérant la direction des grands fleuves de cette partie de l'Afrique : il en est de même de la partie de l'Asie et de celle de l'Amérique qui sont comprises entre les tropiques, et l'on doit juger de l'inégalité et de la surface de ces climats par la quantité de hautes montagnes et d'îles qu'on y trouve.

De la combinaison du mouvement général de la mer d'orient en occident, de celui du flux et du reflux, de celui que produisent les courans, et encore de celui que forment les vents, il a résulté une infinité de différens effets tant sur le fond de la mer que sur les côtes et les continens. Varenius dit qu'il est très-probable que les golfes et les détroits ont été formés par l'effort réitéré de l'Océan contre les terres; que la mer Méditerranée, les golfes d'Arabie, de Bengale, et de Cambaye, ont été formés par l'irruption des eaux, aussi bien que les détroits entre la Sicile et l'Italie, entre Ceylan et l'Inde, entre la Grèce et l'Eubée, et qu'il en est de même du détroit des Manilles, de celui de Magellan, et de celui de Danemarck; qu'une preuve des irruptions de l'Océan sur les continens, qu'une preuve qu'il a abandonné différens terrains, c'est qu'on ne trouve que très-peu d'îles dans le milieu des grandes mers, et jamais un grand nombre d'îles voisines les unes des autres; que, dans l'espace immense qu'occupe la mer Pacifique, à peine trouve-t-on deux ou trois petites îles vers le milieu; que, dans le vaste océan Atlantique entre l'Afrique et le Brésil, on ne trouve que les petites îles de Sainte-Hélène et de l'Ascension; mais que toutes les îles sont auprès des grands continens, comme les îles de l'Archipel auprès du continent de l'Europe et de l'Asie, les Canaries auprès de l'Afrique, toutes les îles de la mer des Indes auprès du continent oriental, les îles Antilles auprès de celui de l'Amérique, et qu'il n'y a que les Açores qui soient fort avancées dans la mer entre l'Europe et l'Amérique.

Les habitans de Ceylan disent que leur île a été séparée de la presqu'île de l'Inde par une irruption de l'Océan, et cette tradition populaire est assez vraisemblable. On croit aussi que l'île de Sumatra a été séparée de Malaye; le grand nombre d'écueils et de bancs de sable qu'on trouve entre-deux semblent le prouver. Les Malabares assurent que les îles Maldives faisoient partie du continent de l'Inde, et en général on peut croire que toutes les îles orientales ont été séparées des continens par une irruption de l'Océan [1].

Il paroît qu'autrefois l'île de la Grande-Bretagne faisoit partie du continent, et que l'Angleterre tenoit à la France : les lits de terre et de pierre, qui sont les mêmes des deux côtés du Pas-de-Calais, le peu de profondeur de ce détroit, semblent l'indiquer. En supposant, dit le docteur Wallis, comme tout paroît l'indiquer, que l'Angleterre communiquoit autrefois à la France par un isthme au dessous de Douvres et de Calais, les grandes mers des deux côtés battoient les côtes de cet isthme par un flux impétueux, deux fois en vingt-quatre heures; la mer d'Allemagne, qui est entre l'Angleterre et la Hollande, frappoit cet isthme du côté de l'est, et la mer de France, du côté de l'ouest : cela suffit avec le temps pour user et détruire une langue de terre étroite, telle que nous supposons qu'étoit autrefois cet isthme. Le flux de la mer de France, agissant avec une grande violence non seulement contre l'isthme, mais aussi contre les côtes de France et d'Angleterre, doit nécessairement, par le mouvement des eaux, avoir enlevé une grande quantité de sable, de

1. Voyez *Varenii Geograph. general.*, pages 203, 217 et 220.

terre, de vase, de tous les endroits contre lesquels la mer agissoit : mais, étant arrêtée dans son courant par cet isthme, elle ne doit pas avoir déposé, comme on pourroit le croire, des sédimens contre l'isthme; mais elle les aura transportés dans la grande plaine qui forme actuellement le marécage de Romne, qui a quatorze milles de long sur huit de large : car quiconque a vu cette plaine ne peut pas douter qu'elle n'ait été autrefois sous les eaux de la mer, puisque, dans les hautes marées, elle seroit encore en partie inondée sans les digues de Dimchurch.

La mer d'Allemagne doit avoir agi de même contre l'isthme et contre les côtes d'Angleterre et de Flandre, et elle aura emporté les sédimens en Hollande et en Zélande, dont le terrain, qui étoit autrefois sous les eaux, s'est élevé de plus de quarante pieds. De l'autre côté sur la côte d'Angleterre, la mer d'Allemagne devoit occuper cette large vallée où coule actuellement la rivière de Sture, à plus de vingt milles de distance, à commencer par Sandwich, Cantorbéry, Chatam, Chilham, jusqu'à Ashford, et peut-être plus loin; le terrain est actuellement beaucoup plus élevé qu'il ne l'étoit autrefois, puisqu'à Chatam on a trouvé les os d'un hippopotame enterrés à dix-sept pieds de profondeur, des ancres de vaisseaux et des coquilles marines.

Or, il est très-vraisemblable que la mer peut former de nouveaux terrains en y apportant les sables, la terre, la vase, etc.; car nous voyons sous nos yeux que, dans l'île d'Orkney, qui est adjacente à la côte marécageuse de Romne, il y avoit un terrain bas toujours en danger d'être inondé par la riviere Rother : mais, en moins de soixante ans, la mer a élevé ce terrain considérablement en y amenant à chaque flux et reflux une quantité considérable de terre et de vase : et en même temps elle a creusé si fort le canal par où elle entre, qu'en moins de cinquante ans la profondeur de ce canal est devenue assez grande pour recevoir de gros vaisseaux, au lieu qu'auparavant c'étoit un gué où les hommes pouvoient passer.

La même chose est arrivée auprès de la côte de Norfolk, et c'est de cette façon que s'est formé le banc de sable qui s'étend obliquement depuis la côte de Norfolk vers la côte de Zélande; ce banc est l'endroit où les marées de la mer d'Allemagne et de la mer de France se rencontrent depuis que l'isthme a été rompu, et c'est là que se déposent les terres et les sables entraînés des côtes : on ne peut pas dire si avec le temps ce banc de sable ne formera pas un nouvel isthme, etc.

Il y a grande apparence, dit Ray, que l'île de la Grande-Bretagne étoit autrefois jointe à la France, et faisoit partie du continent; on ne sait point si c'est par un tremblement de terre ou par une irruption de l'Océan, ou par le travail des hommes, à cause de l'utilité et de la commodité du passage, ou par d'autres raisons : mais ce qui prouve que cette île faisoit partie du continent, c'est que les rochers et les côtes des deux côtés sont de même nature et composés des mêmes matières, à la même hauteur, en sorte que l'on trouve le long des côtes de Douvres les mêmes lits de pierre et de craie que l'on trouve entre Calais et Boulogne; la longueur de ces rochers le long de ces côtes est à très-peu près la même de chaque côté, c'est-à-dire d'environ six milles. Le peu de largeur du canal, qui, dans cet endroit, n'a pas plus de vingt-quatre milles anglais de largeur, et le peu de profondeur, eu égard à la mer voisine, font croire que l'Angleterre a été séparée de la France par accident. On peut ajouter à ces preuves, qu'il y avoit autrefois des loups et même des ours dans cette île, et il n'est pas à présumer qu'ils y soient venus à la nage, ni que les hommes aient transporté ces animaux nuisibles, car en général on trouve les animaux nuisibles des continens dans toutes les îles qui en sont fort voisines, et jamais dans celles qui en sont fort éloignées, comme les Espagnols l'ont observé lorsqu'ils sont arrivés en Amérique.

Du temps de Henri Ier, roi d'Angleterre, il arriva une grande inondation dans une partie de la Flandre par une irruption de la mer; en 1446, une pareille irruption fit périr plus de dix mille personnes sur le territoire de Dordrecht, et plus de cent mille autour de Dullart, en Frise et en Zélande, et il y eut dans ces deux provinces plus de deux ou trois cents villages de submergés; on voit encore les sommets de leurs tours et les pointes de leurs clochers qui s'élèvent un peu au dessus des eaux.

Sur les côtes de France, d'Angleterre, de Hollande, d'Allemagne, de Prusse, la mer s'est éloignée en beaucoup d'endroits. Hubert Thomas dit, dans sa description du pays de Liége, que la mer environnoit autrefois les murailles de la ville de Tongres, qui maintenant en est éloignée de trente-cinq lieues; ce qu'il prouve par plusieurs bonnes

raisons; et entre autres il dit qu'on voyoit encore de son temps les anneaux de fer dans les murailles, auxquelles on attachoit les vaisseaux qui y arrivoient. On peut encore regarder comme des terres abandonnées par la mer, en Angleterre les grands marais de Lincoln et l'île d'Ély, en France la Crau de la Provence; et même la mer s'est éloignée assez considérablement à l'embouchure du Rhône depuis l'année 1665. En Italie, il s'est formé de même un terrain considérable à l'embouchure de l'Arno; et Ravenne, qui autrefois étoit un port de mer des exarques, n'est plus une ville maritime. Toute la Hollande paroît être un terrain nouveau, où la surface de la terre est presque de niveau avec le fond de la mer, quoique le pays se soit considérablement élevé et s'élève tous les jours par les limons et les terres que le Rhin, la Meuse, etc., y amènent; car autrefois on comptoit que le terrain de la Hollande étoit en plusieurs endroits de cinquante pieds plus bas que le fond de la mer.

On prétend qu'en l'année 860, la mer, dans une tempête furieuse, amena vers la côte une si grande quantité de sables, qu'ils fermèrent l'embouchure du Rhin auprès de Catt, et que ce fleuve inonda tout le pays, renversa les arbres et les maisons, et se jeta dans le lit de la Meuse. En 1421, il y eut une autre inondation qui sépara la ville de Dordrecht de la terre ferme, submergea soixante et douze villages, plusieurs châteaux, noya cent mille âmes, et fit périr une infinité de bestiaux. La digue de l'Issel se rompit en 1638 par quantité de glaces que le Rhin entraînoit, qui, ayant bouché le passage de l'eau, firent une ouverture de quelques toises à la digue, et une partie de la province fut inondée avant qu'on eût pu réparer la breche. En 1682, il y eut une pareille inondation dans la province de Zélande, qui submergea plus de trente villages, et causa la perte d'une infinité de monde et de bestiaux qui furent surpris la nuit par les eaux. Ce fut un bonheur pour la Hollande que le vent de sud-est gagna sur celui qui lui étoit opposé; car la mer étoit si enflée, que les eaux étoient de dix-huit pieds plus hautes que les terres les plus élevées de la province, à la réserve des dunes[1].

Dans la province de Kent en Angleterre, il y avoit à Hith un port qui s'est comblé, malgré tous les soins que l'on a pris pour l'empêcher, et malgré la dépense qu'on a faite plusieurs fois pour le vider. On y trouve une multitude étonnante de galets et de coquillages apportés par la mer dans l'étendue de plusieurs milles, qui s'y sont amoncelés autrefois, et qui, de nos jours, ont été recouverts par de la vase et de la terre, sur laquelle sont actuellement des pâturages. D'autre côté, il y a des terres fermes que la mer, avec le temps, vient à gagner et à couvrir, comme les terres de Goodwin, qui appartenoient à un seigneur de ce nom, et qui à présent ne sont plus que des sables couverts par les eaux de la mer. Ainsi la mer gagne en plusieurs endroits du terrain, et en perd dans d'autres : cela dépend de la différente situation des côtes et des endroits où le mouvement des marées s'arrête, où les eaux transportent d'un endroit à l'autre les terres, les sables, les coquilles, etc.

Sur la montagne de Stella en Portugal, il y a un lac dans lequel on a trouvé des débris de vaisseaux, quoique cette montagne soit éloignée de la mer de plus de douze lieues. Sabinius, dans ses commentaires sur les *Métamorphoses* d'Ovide, dit qu'il paroît par les monumens de l'histoire, qu'en l'année 1460 on trouva dans une mine des Alpes un vaisseau avec ses ancres.

Ce n'est pas seulement en Europe que nous trouverons des exemples de ces changemens de mer en terre et de terre en mer; les autres parties du monde nous en fourniroient peut-être de plus remarquables et en plus grand nombre, si on les avoit bien observées.

Calicut a été autrefois une ville célèbre et la capitale d'un royaume de même nom; ce n'est aujourd'hui qu'une grande bourgade mal bâtie et assez déserte : la mer, qui, depuis un siècle, a beaucoup gagné sur cette côte, a submergé la meilleure partie de l'ancienne ville, avec une belle forteresse de pierre de taille qui y étoit. Les barques mouillent aujourd'hui sur leurs ruines, et le port est rempli d'un grand nombre d'écueils qui paroissent dans les basses marées, et sur lesquels les vaisseaux font assez souvent naufrage[2].

La province de Jucatan, péninsule dans le golfe du Mexique, a fait autrefois partie de la mer. Cette pièce de terre s'étend dans la mer à cent lieues en longueur depuis le continent, et n'a pas plus de vingt-cinq lieues dans sa plus grande largeur; la qualité de l'air y est tout-à-fait chaude et humide : quoiqu'il n'y ait ni ruisseaux ni rivières dans

1. Voyez les *Voyages historiques de l'Europe*, tome V, page 70.

2. Voyez *Lettres édifiantes*, rec. II, page 187.

un si long espace, l'eau est partout si proche, et l'on trouve, en ouvrant la terre, un si grand nombre de coquillages, qu'on est porté à regarder cette vaste étendue comme un lieu qui a fait autrefois partie de la mer.

Les habitans de Malabar prétendent qu'autrefois les îles Maldives étoient attachées au continent des Indes, et que la violence de la mer les en a séparées. Le nombre de ces îles est si grand, et quelques-uns des canaux qui les séparent sont si étroits, que les beauprés des vaisseaux qui y passent font tomber les feuilles des arbres de l'un et de l'autre côté; et en quelques endroits un homme vigoureux, se tenant à une branche d'arbre, peut sauter dans une autre île. Une preuve que le continent des Maldives étoit autrefois une terre sèche, ce sont les cocotiers qui sont au fond de la mer; il s'en détache souvent des cocos qui sont rejetés sur le rivage par la tempête: les Indiens en font grand cas, et leur attribuent les mêmes vertus qu'au bézoard.

On croit qu'autrefois l'île de Ceylan étoit unie au continent et en faisoit partie, mais que les courans, qui sont extrêmement rapides en beaucoup d'endroits des Indes, l'ont séparée, et en ont fait une île. On croit la même chose à l'égard des îles Rammanakoiel et de plusieurs autres. Ce qu'il y a de certain c'est que l'île de Ceylan a perdu trente ou quarante lieues de terrain du côté du nord-ouest, que la mer a gagnées successivement.

Il paroît que la mer a abandonné depuis peu une grande partie des terres avancées et des îles de l'Amérique. On vient de voir que le terrain de Jucatan n'est composé que de coquilles; il en est de même des basses terres de la Martinique et des autres îles Antilles. Les habitans ont appelé le fond de leur terrain *la chaux*, parce qu'ils font de la chaux avec ces coquilles, dont on trouve les bancs immédiatement au dessous de la terre végétale. Nous pouvons rapporter ici ce qui est dit dans les *Nouveaux Voyages aux îles de l'Amérique*. « La chaux que l'on trouve par toute la grande terre de la Guadeloupe, quand on fouille dans la terre, est de même espèce que celle que l'on pêche à la mer: il est difficile d'en rendre raison. Seroit-il possible que toute l'étendue du terrain qui compose cette île ne fût, dans les siecles passés, qu'un haut fond rempli de plantes de chaux qui, ayant beaucoup crû et rempli les vides qui étoient entre elles occupés par l'eau, ont enfin haussé le terrain et obligé l'eau à retirer et à laisser à sec toute la superficie? Cette conjecture, tout extraordinaire qu'elle paroît d'abord, n'a pourtant rien d'impossible, et deviendra même assez vraisemblable à ceux qui l'examineront sans prévention: car enfin, en suivant le commencement de ma supposition, ces plantes ayant crû et rempli tout l'espace que l'eau occupoit, se sont enfin étouffées l'une l'autre; les parties supérieures se sont réduites en poussière et en terre; les oiseaux y ont laissé tomber les graines de quelques arbres qui ont germé et produit ceux que nous y voyons, et la nature y en fait germer d'autres qui ne sont pas d'une espèce commune aux autres endroits, comme les bois marbrés et violets. Il ne seroit pas indigne de la curiosité des gens qui y demeurent de faire fouiller en différens endroits pour connoître quel en est le sol, jusqu'à quelle profondeur on trouve cette pierre à chaux, en quelle situation elle est répandue sous l'épaisseur de la terre, et autres circonstances qui pourroient ruiner ou fortifier ma conjecture. »

Il y a quelques terrains qui tantôt sont couverts d'eau, et tantôt sont découverts, comme plusieurs îles en Norwège, en Écosse, aux Maldives, au golfe de Cambaye, etc. La mer Baltique a gagné peu à peu une grande partie de la Poméranie; elle a couvert et ruiné le fameux port de Vineta. De même la mer de Norwège a formé plusieurs petites îles, et s'est avancée dans le continent. La mer d'Allemagne s'est avancée en Hollande auprès de Catt, en sorte que les ruines d'une ancienne citadelle des Romains, qui étoit autrefois sur la côte, sont actuellement fort avant dans la mer. Les marais de l'île d'Ély en Angleterre, la Crau en Provence, sont, au contraire, comme nous l'avons dit, des terrains que la mer a abandonnés; les dunes ont été formées par des vents de mer qui ont jeté sur le rivage et accumulé des terres, des sables, des coquillages, etc. Par exemple, sur les côtes occidentales de France, d'Espagne et d'Afrique, il règne des vents d'ouest durables et violens qui poussent avec impétuosité les eaux vers le rivage, sur lequel il s'est formé des dunes dans quelques endroits. De même les vents d'est, lorsqu'ils durent long-temps, chassent si fort les eaux des côtes de la Syrie et de la Phénicie, que les chaînes de rochers qui sont couverts d'eau pendant les vents d'est, demeurent alors à sec. Au reste, les dunes ne sont pas composées de pierres et de marbres, comme les montagnes qui se sont formées dans le fond de la mer, parce

qu'elles n'ont pas été assez long-temps dans l'eau. Nous ferons voir dans le Discours sur les minéraux que la pétrification s'opère au fond de la mer, et que les pierres qui se forment dans la terre sont bien différentes de celles qui se forment dans la mer.

Comme je mettois la dernière main à ce traité de la Théorie de la terre, que j'ai composé en 1744, j'ai reçu de la part de M. Barrère sa *Dissertation sur l'origine des pierres figurées*, et j'ai été charmé de me trouver d'accord avec cet habile naturaliste au sujet de la formation des dunes, et du séjour que la mer a fait autrefois sur la terre que nous habitons; il rapporte plusieurs changemens arrivés aux côtes de la mer. Aigues-Mortes, qui est actuellement à plus d'une lieue et demie de la mer, étoit un port du temps de saint Louis; Psalmodi étoit une île en 815, et aujourd'hui il est dans la terre ferme, à plus de deux lieues de la mer : il en est de même de Maguelone; la plus grande partie du vignoble d'Agde étoit, il y a quarante ans, converte par les eaux de la mer : et en Espagne la mer s'est retirée considérablement depuis peu de Blanes, de Badalona, vers l'embouchure de la rivière Vobregat, vers le cap de Tortosa, le long des côtes de Valence, etc.

La mer peut former des collines et élever des montagnes de plusieurs façons différentes, d'abord par des transports de terre, de vase, de coquilles, d'un lieu à un autre, soit par son mouvement naturel de flux et de reflux, soit par l'agitation des eaux causée par les vents; en second lieu par des sédimens, des parties impalpables qu'elle aura détachées des côtes et de son fond, et qu'elle pourra transporter et déposer à des distances considérables; et enfin par des sables, des coquilles, de la vase et des terres que les vents de mer poussent souvent contre les côtes; ce qui produit des dunes et des collines que les eaux abandonnent peu à peu, et qui deviennent des parties du continent : nous en avons un exemple dans nos dunes de Flandre et dans celles de Hollande, qui ne sont que des collines composées de sable et de coquilles que des vents de mer ont poussés vers la terre. M. Barrère en cite un autre exemple qui m'a paru mériter de trouver place ici. « L'eau de la mer, par son mouvement, détache de son sein une infinité de plantes, de coquillages, de vase, de sable, que les vagues poussent continuellement vers les bords, et que les vents impétueux de mer aident à pousser encore. Or, tous ces différens corps ajoutés au premier atterrissement y forment plusieurs nouvelles couches ou monceaux qui ne peuvent servir qu'à accroître le lit de la terre, à l'élever, à former des dunes, des collines, par des sables, des terres, des pierres amoncelées; en un mot, à éloigner davantage le bassin de la mer, et à former un nouveau continent.

« Il est visible que des alluvions ou des atterrissemens successifs ont été faits par le même mécanisme depuis plusieurs siècles, c'est-à-dire par des dépositions réitérées de différentes matières; atterrissemens qui ne sont pas de pure convenance : j'en trouve les preuves dans la nature même, c'est-à-dire dans différens lits de coquilles fossiles et d'autres productions marines qu'on remarque dans le Roussillon auprès du village de Naffiac, éloigné de la mer d'environ sept ou huit lieues. Ces lits de coquilles, qui sont inclinés de l'ouest à l'est sous différens angles, sont séparés les uns des autres par des bancs de sable et de terre, tantôt d'un pied et demi, tantôt de deux à trois pieds d'épaisseur; ils sont comme saupoudrés de sel lorsque le temps est sec, et forment ensemble des coteaux de la hauteur de plus de vingt-cinq à trente toises. Or, une longue chaîne de coteaux si élevés n'a pu se former qu'à la longue, à différentes reprises et par la succession des temps; ce qui pourroit être aussi un effet du déluge et du bouleversement universel qui a dû tout confondre, mais qui cependant n'aura pas donné une forme réglée à ces différentes couches de coquilles fossiles qui auroient dû être assemblées sans aucun ordre. »

Je pense sur cela comme M. Barrère; seulement je ne regarde pas les atterrissemens comme la seule manière dont les montagnes ont été formées, et je crois pouvoir assurer au contraire que la plupart des éminences que nous voyons à la surface de la terre ont été formées dans la mer même, et cela par plusieurs raisons qui m'ont toujours paru convaincantes : premièrement, parce qu'elles ont entre elles cette correspondance d'angles saillans et rentrans qui suppose nécessairement la cause que nous avons assignée, c'est-à-dire le mouvement des courans de la mer; en second lieu, parce que les dunes et les collines qui se forment des matières que la mer amène sur ses bords ne sont pas composées de marbres et de pierres dures comme les collines ordinaires : les coquilles n'y sont ordinairement que fossiles, au lieu que dans les autres montagnes la pétrification est entière; d'ailleurs les bancs

de coquilles, les couches de terre ne sont pas aussi horizontales dans les dunes que dans les collines composées de marbre et de pierre dure : ces bancs y sont plus ou moins inclinés, comme dans les collines de Naffiac, au lieu que dans les collines et dans les montagnes qui se sont formées sous les eaux par les sédimens de la mer les couches sont toujours parallèles et très-souvent horizontales; les matières y sont pétrifiées aussi bien que les coquilles. J'espère faire voir que les marbres et les autres matières calcinables qui presque toutes sont composées de madrépores, d'astroïtes et de coquilles, ont acquis au fond de la mer le degré de dureté et de perfection que nous leur connoissons : au contraire les tufs, les pierres molles, et toutes les matières pierreuses, comme les incrustations, les stalactites, etc., qui sont aussi calcinables, et qui se sont formées dans la terre depuis que notre continent est découvert, ne peuvent acquérir ce degré de dureté et de pétrification des marbres ou des pierres dures.

On peut voir dans l'*Histoire de l'Académie*, année 1707, les observations de M. Saulmon au sujet des galets qu'on trouve dans plusieurs endroits. Ces galets sont des cailloux ronds et plats, et toujours fort polis, que la mer pousse sur les côtes. A Bayeux et à Brutel, qui est à une lieue de la mer, on trouve du galet en creusant des caves ou des puits : les montagnes de Bonneuil, de Broie, et du Quesnoy, qui sont à environ dix-huit lieues de la mer, sont toutes couvertes de galets : il y en a aussi dans la vallée de Clermont en Beauvoisis. M. Saulmon rapporte encore qu'un trou de seize pieds de profondeur, percé directement et horizontalement dans la falaise du Tréport, qui est toute de moellon, a disparu en trente ans, c'est-à-dire que la mer a miné dans la falaise cette épaisseur de seize pieds. En supposant qu'elle avance toujours également, elle mineroit mille toises ou une petite demi-lieue de moellon en douze mille ans.

Les mouvemens de la mer sont donc les principales causes des changemens qui sont arrivés et qui arrivent à la surface du globe : mais cette cause n'est pas unique; il y en a beaucoup d'autres moins considérables qui contribuent à ces changemens : les eaux courantes, les fleuves, les ruisseaux, la fonte des neiges, les torrens, les gelées, etc., ont changé considérablement la surface de la terre; les pluies ont diminué la hauteur des montagnes; les rivieres et les ruisseaux ont élevé les plaines; les fleuves ont rempli la mer à leur embouchure; la fonte des neiges et les torrens ont creusé des ravines dans les gorges et dans les vallons; les gelées ont fait fendre les rochers et les ont détachés des montagnes. Nous pourrions citer une infinité d'exemples de différens changemens que toutes ces causes ont occasionés. Varenius dit que les fleuves transportent dans la mer une grande quantité de terre qu'ils déposent à plus ou moins de distance des côtes, en raison de leur rapidité; ces terres tombent au fond de la mer, et y forment d'abord de petits bancs, qui, s'augmentant tous les jours, font des écueils, et enfin forment des îles qui deviennent fertiles et habitées : c'est ainsi que se sont formées les îles du Nil, celles du fleuve Saint-Laurent, l'île de Landa située à la côte d'Afrique près de l'embouchure du fleuve Coanza, les îles de Norwège, etc. [1]. On peut y ajouter l'île de Tongming à la Chine, qui s'est formée peu à peu des terres que le fleuve de Nankin entraîne et dépose à son embouchure. Cette île est fort considérable; elle a plus de vingt lieues de longueur sur cinq ou six de largeur.

Le Pô, le Trento, l'Athésis, et les autres rivières de l'Italie, amènent une grande quantité de terres dans les lagunes de Venise, surtout dans le temps des inondations, en sorte que peu à peu elles se remplissent : elles sont déjà sèches en plusieurs endroits dans le temps du reflux, et il n'y a plus que les canaux que l'on entretient avec une grande dépense qui aient un peu de profondeur.

A l'embouchure du Nil, à celle du Gange et de l'Inde, à celle de la rivière de la Plata au Brésil, à celle de la rivière de Nankin à la Chine, et à l'embouchure de plusieurs autres fleuves, on trouve des terres et des sables accumulés. La Loubère, dans son *Voyage de Siam*, dit que les bancs de sable et de terre augmentent tous les jours à l'embouchure des grandes rivières de l'Asie par les limons et les sédimens qu'elles y apportent, en sorte que la navigation de ces rivières devient tous les jours plus difficile, et deviendra un jour impossible. On peut dire la même chose des grandes rivières de l'Europe et surtout du Wolga, qui a plus de soixante-dix embouchures dans la mer Caspienne; du Danube, qui en a sept dans la mer Noire, etc.

Comme il pleut très-rarement en Égypte, l'inondation régulière du Nil vient des torrens qui y tombent dans l'Éthiopie; il charrie une très-grande quantité de limon : et ce

1. Voyez *Varenii Geograph. general.*, page 214.

fleuve a non seulement apporté sur le terrain de l'Égypte plusieurs milliers de couches annuelles, mais même il a jeté plus avant dans la mer les fondemens d'une alluvion qui pourra former avec le temps un nouveau pays; car on trouve avec la sonde, à plus de vingt lieues de distance de la côte, le limon du Nil au fond de la mer, qui augmente tous les ans. La Basse-Égypte, où est maintenant le Delta, n'étoit autrefois qu'un golfe de la mer. Homère nous dit que l'île de Pharos étoit éloignée de l'Égypte d'un jour et d'une nuit de chemin, et l'on sait qu'aujourd'hui elle est presque contiguë. Le sol en Égypte n'a pas la même profondeur de bon terrain partout; plus on approche de la mer, et moins il y a de profondeur: près des bords du Nil il y a quelquefois trente pieds et davantage de profondeur de bonne terre, tandis qu'à l'extrémité de l'inondation il n'y a pas sept pouces. Toutes les villes de la Basse-Égypte ont été bâties sur des levées et sur des éminences faites à la main. La ville de Damiette est aujourd'hui éloignée de la mer de plus de dix milles; et du temps de saint Louis, en 1243, c'étoit un port de mer. La ville de Fooah, qui étoit, il y a trois cents ans, à l'embouchure de la branche canopique du Nil, en est présentement à plus de sept milles de distance: depuis quarante ans la mer s'est retirée d'une demi-lieue de devant Rosette, etc.

Il est aussi arrivé des changemens à l'embouchure de tous les grands fleuves de l'Amérique et même de ceux qui ont été découverts nouvellement. Le P. Charlevoix, en parlant du fleuve Mississipi, dit qu'à l'embouchure de ce fleuve, au dessous de la Nouvelle-Orléans, le terrain forme une pointe de terre qui ne paroît pas fort ancienne, car pour peu qu'on y creuse, on trouve de l'eau; et que la quantité de petites îles qu'on a vues se former nouvellement à toutes les embouchures de ce fleuve, ne laissent aucun doute que cette langue de terre ne soit formée de la même manière. Il paroît certain, dit-il, que quand M. de La Salle descendit [1] le Mississipi jusqu'à la mer, l'embouchure de ce fleuve n'étoit pas telle qu'on la voit aujourd'hui.

Plus on approche de la mer, ajoute-t-il, plus cela devient sensible; la barre n'a point d'eau dans la plupart des petites issues que le fleuve s'est ouvertes, et qui ne se sont si fort multipliées que par le moyen des arbres qui y sont entraînés par le courant, et dont un seul arrêté par ses branches ou par ses racines dans un endroit où il y a peu de profondeur, en arrête mille. J'en ai vu, dit-il, à deux cents lieues d'ici [2] des amas dont un seul auroit rempli tous les chantiers de Paris: rien alors n'est capable de les détacher; le limon que charrie le fleuve leur sert de ciment et les couvre peu à peu; chaque inondation en laisse une nouvelle couche, et après dix ans au plus les lianes et les arbrisseaux commencent à y croître: c'est ainsi que se sont formées la plupart des pointes et des îles qui font si souvent changer de cours au fleuve.

Cependant tous les changemens que les fleuves occasionnent sont assez lents, et ne peuvent devenir considérables qu'au bout d'une longue suite d'années: mais il est arrivé des changemens brusques et subits par les inondations et les tremblemens de terre. Les anciens prêtres égyptiens, six cents ans avant la naissance de Jésus-Christ, assuroient, au rapport de Platon dans le *Timée*, qu'autrefois il y avoit une grande île auprès des colonnes d'Hercule, plus grande que l'Asie et la Libye prises ensemble, qu'on appeloit *Atlantide*, que cette grande île fut inondée et abîmée sous les eaux de la mer après un grand tremblement de terre. « Traditur « Atheniensis civitas restitisse olim innume« ris hostium copiis quæ, ex Atlantico mari « profectæ, propè jam cunctam Europam « Asiamque obsederunt. Tunc enim erat fre« tum illud navigabile, habens in ore quasi « vestibulo ejus insulam quam Herculis Co« lumnas cognominant: ferturque insula illa « Libyâ simul et Asiâ major fuisse, per « quam ad alias proximas insulas patebat « aditus, atque ex insulis ad omnem conti« nentem è conspectu jacentem vero mari « vicinam. Sed intra os ipsud portus angusto « sinu fuisse traditur. Pelagus illud verum « mare, terra quoque illa verè erat conti« nens, etc. Post hæc ingenti terræ motu « jugique diei unius et noctis illuvione fac« tum est, ut terra dehiscens omnes illos « bellicosos absorberet, et Atlantis insula « sub vasto gurgite mergeretur. » (PLATO, *in Timæo.*) Cette ancienne tradition n'est pas absolument contre toute vraisemblance: les terres qui ont été absorbées par les eaux, sont peut-être celles qui joignoient l'Irlande aux Açores, et celles-ci au continent de l'Amérique; car on trouve en Irlande les mêmes fossiles, les mêmes coquillages et les mêmes productions marines que l'on trouve

1. Il y a des géographes qui prétendent que M. de La Salle n'a jamais descendu le Mississipi.

2. De la Nouvelle-Orléans.

en Amérique, dont quelques-unes sont différentes de celles qu'on trouve dans le reste de l'Europe.

Eusèbe rapporte deux témoignages au sujet des déluges, dont l'un est de Melon, qui dit que la Syrie avoit été autrefois inondée dans toutes les plaines; l'autre est d'Abydenus, qui dit que du temps du roi Sisithrus il y eut un grand déluge qui avoit été prédit par Saturne. Plutarque, *de solertia animalium*, Ovide et les autres mythologistes parlent du déluge de Deucalion, qui s'est fait, dit-on, en Thessalie, environ sept cents ans après le déluge universel. On prétend aussi qu'il y en a eu un plus ancien dans l'Attique, du temps d'Ogygès, environ deux cent trente ans avant celui de Deucalion. Dans l'année 1095 il y eut un déluge en Syrie qui noya une infinité d'hommes. En 1164 il y en eut un si considérable dans la Frise, que toutes les côtes maritimes furent submergées avec plusieurs milliers d'hommes. En 1218 il y eut une autre inondation qui fit périr près de cent mille hommes, aussi bien qu'en 1530. Il y a plusieurs autres exemples de ces grandes inondations, comme celle de 1604 en Angleterre, etc.

Une troisième cause du changement sur la surface du globe sont les vents impétueux. Non seulement ils forment des dunes et des collines sur les bords de la mer et dans le milieu des continens, mais souvent ils arrêtent et font rebrousser les rivières; ils changent la direction des fleuves; ils enlèvent les terres cultivées, les arbres; ils renversent les maisons; ils inondent, pour ainsi dire, des pays tout entiers. Nous avons un exemple de ces inondations de sable en France, sur les côtes de Bretagne : l'*Histoire de l'Académie*, année 1722, en fait mention dans les termes suivans :

« Aux environs de Saint-Paul de Léon en Basse-Bretagne, il y a sur la mer un canton qui, avant l'an 1666, étoit habité et ne l'est plus, à cause d'un sable qui le couvre jusqu'à une hauteur de plus de vingt pieds, et qui d'année en année s'avance et gagne du terrain. A compter de l'époque marquée, il a gagné plus de six lieues, et il n'est plus qu'à une demi-lieue de Saint-Paul, de sorte que, selon les apparences, il faudra abandonner cette ville. Dans le pays submergé on voit encore quelques pointes de clochers et quelques cheminées qui sortent de cette mer de sable; les habitans de ces villages enterrés ont eu du moins le loisir de quitter leurs maisons pour aller mendier.

« C'est le vent d'est ou de nord qui avance cette calamité : il élève ce sable qui est très-fin et le porte en si grande quantité et avec tant de vitesse, que M. Deslandes, à qui l'Académie doit cette observation, dit qu'en se promenant en ce pays-là pendant que le vent charrioit, il étoit obligé de secouer de temps en temps son chapeau et son habit, parce qu'il les sentoit appesantis. De plus, quand ce vent est violent, il jette ce sable par dessus un petit bras de mer jusque dans Roscof, petit port assez fréquenté par les vaisseaux étrangers; le sable s'élève dans les rues de cette bourgade jusqu'à deux pieds, et on l'enlève par charretées. On peut remarquer, en passant, qu'il y a dans ce sable beaucoup de parties ferrugineuses, qui se reconnoissent au couteau aimanté.

« L'endroit de la côte qui fournit tout ce sable est une plage qui s'étend depuis Saint-Paul jusque vers Plouescat, c'est-à-dire un peu plus de quatre lieues, et qui est presque au niveau de la mer lorsqu'elle est pleine. La disposition des lieux est telle, qu'il n'y a que le vent d'est ou de nord-est qui ait la direction nécessaire pour porter le sable dans les terres. Il est aisé de concevoir comment le sable porté et accumulé par le vent en un endroit est repris ensuite par le même vent et porté plus loin, et qu'ainsi le sable peut avancer en submergeant le pays, tant que la minière qui le fournit en fournira de nouveau; car sans cela le sable, en avançant, diminueroit toujours de hauteur et cesseroit de faire du ravage. Or il n'est que trop possible que la mer jette ou dépose long-temps de nouveau sable dans cette plage d'où le vent l'enlève; il est vrai qu'il faut qu'il soit toujours aussi fin pour être aisément enlevé.

« Le désastre est nouveau, parce que la plage qui fournit le sable n'en avoit pas encore une assez grande quantité pour s'élever au dessus de la surface de la mer, ou peut-être parce que la mer n'a abandonné cet endroit et ne l'a laissé découvert que depuis un temps : elle a eu quelque mouvement sur cette côte; elle vient présentement dans le flux une demi-lieue en deçà de certaines roches qu'elle ne passoit pas autrefois.

« Ce malheureux canton inondé d'une façon si singulière justifie ce que les anciens et les modernes rapportent des tempêtes de sables excitées en Afrique, qui ont fait périr des villes et même des armées. »

M. Shaw nous dit que les ports de Laodicée et de Jébilée, de Tortose, de Rowadse, de Tripoli, de Tyr, d'Acre, de Jaffa,

sont tous remplis et comblés des sables qui ont été charriés par les grandes vagues qu'on a sur cette côte de la Méditerranée lorsque le vent d'ouest souffle avec violence.

Il est inutile de donner un plus grand nombre d'exemples des altérations qui arrivent sur la terre; le feu, l'air et l'eau y produisent des changemens continuels et qui deviennent très-considérables avec le temps: non seulement il y a des causes générales dont les effets sont périodiques et réglés, par lesquels la mer prend successivement la place de la terre et abandonne la sienne, mais il y a une grande quantité de causes particulières qui contribuent à ces changemens, et qui produisent des bouleversemens, des inondations, des affaissemens; et la surface de la terre, qui est ce que nous connoissons de plus solide, est sujette, comme tout le reste de la nature, à des vicissitudes perpétuelles.

* Au sujet des changemens de mer en terre, on verra, en parcourant les côtes de France, qu'une partie de la Bretagne, de la Picardie, de la Flandre et de la Basse-Normandie, ont été abandonnées par la mer assez récemment, puisqu'on y trouve des amas d'huîtres et d'autres coquilles fossiles dans le même état qu'on les tire aujourd'hui de la mer voisine. Il est très-certain que la mer perd sur les côtes de Dunkerque: on en a l'expérience depuis un siècle. Lorsqu'on construisit les jetées de ce port en 1670, le fort de Bonne-Espérance, qui terminoit une de ces jetées, fut bâti sur pilotis, bien au delà de la laisse de la basse mer; actuellement la plage est avancée au delà de ce fort de près de trois cents toises. En 1714, lorsqu'on creusa le nouveau port de Mardik, on avoit également porté les jetées jusqu'au delà de la laisse de la basse mer; présentement il se trouve au delà une plage de plus de cinq cents toises à sec à marée basse. Si la mer continue à perdre, insensiblement Dunkerque, comme Aigues-Mortes, ne sera plus un port de mer, et cela pourra arriver dans quelques siècles. La mer ayant perdu si considérablement de notre connoissance, combien n'a-t-elle pas dû perdre depuis que le monde existe!

Il suffit de jeter les yeux sur la Saintonge maritime pour être persuadé qu'elle a été ensevelie sous les eaux. L'Océan qui la couvroit, ayant abandonné ces terres, la Charente le suivit à mesure qu'il faisoit retraite, et forma dès lors une rivière dans les lieux mêmes où elle n'étoit auparavant qu'un grand lac ou un marais. Le pays d'Aunis a autrefois été submergé par la mer et par les eaux stagnantes des marais: c'est une des terres les plus nouvelles de la France; il y a lieu de croire que ce terrain n'étoit encore qu'un marais vers la fin du quatorzième siècle.

Il paroît donc que l'Océan a baissé de plusieurs pieds, depuis quelques siècles, sur toutes nos côtes; et si l'on examine celles de la Méditerranée depuis le Roussillon jusqu'en Provence, on reconnoîtra que cette mer a fait aussi sa retraite à peu près dans la même proportion; ce qui semble prouver que toutes les côtes d'Espagne et de Portugal se sont, comme celles de France, étendues en circonférence. On a fait la même remarque en Suède, où quelques physiciens ont prétendu, d'après leurs observations, que dans quatre mille ans, à dater de ce jour, la Baltique, dont la profondeur n'est guère que de trente brasses, sera une terre découverte et abandonnée par les eaux.

Si l'on faisoit de semblables observations dans tous les pays du monde, je suis persuadé qu'on trouveroit généralement que la mer se retire de toutes parts. Les mêmes causes qui ont produit sa première retraite et son abaissement successif ne sont pas absolument anéanties; la mer étoit dans le commencement élevée de plus de deux mille toises au dessus de son niveau actuel: les grandes boursouflures de la surface du globe, qui se sont écroulées les premières, ont fait baisser les eaux, d'abord rapidement; ensuite, à mesure que d'autres cavernes moins considérables se sont affaissées, la mer se sera proportionnellement déprimée; et, comme il existe encore un assez grand nombre de cavités qui ne sont pas écroulées, et que de temps en temps cet effet doit arriver, soit par l'action des volcans, soit par la seule force de l'eau, soit par l'effort des tremblemens de terre, il me semble qu'on peut prédire, sans crainte de se tromper, que les mers se retireront de plus en plus avec le temps, en s'abaissant encore au dessous de leur niveau actuel, et que par conséquent l'étendue des continens terrestres ne fera qu'augmenter avec les siècles.

CONCLUSION.

Il paroît certain, par les preuves que nous avons données (articles VII et VIII), que les continens terrestres ont été autrefois couverts par les eaux de la mer; il paroît tout aussi certain (article XII) que le flux et le reflux, et les autres mouvemens des eaux,

détachent continuellement des côtes et du fond de la mer des matières de toute espèce et des coquilles qui se déposent ensuite quelque part et tombent au fond de l'eau comme des sédimens, et que c'est là l'origine des couches parallèles et horizontales qu'on trouve partout. Il paroît (article IX) que les inégalités du globe n'ont pas d'autre cause que celle du mouvement des eaux de la mer, et que les montagnes ont été produites par l'amas successif et l'entassement des sédimens dont nous parlons, qui ont formé les différens lits dont elles sont composées. Il est évident que les courans qui ont suivi d'abord la direction de ces inégalités leur ont donné ensuite à toutes la figure qu'elles conservent encore aujourd'hui (article XIII), c'est-à-dire cette correspondance alternative des angles saillans toujours opposés aux angles rentrans. Il paroît de même (articles VIII et XVIII) que la plus grande partie des matières que la mer a détachées de son fond et de ses côtes étoient en poussière lorsqu'elles se sont précipitées en forme de sédimens, et que cette poussière impalpable a rempli l'intérieur des coquilles absolument et parfaitement, lorsque ces matières se sont trouvées ou de la nature même des coquilles, ou d'une autre nature analogue. Il est certain (art. XVII) que les couches horizontales qui ont été produites successivement par le sédiment des eaux, et qui étoient d'abord dans un état de mollesse, ont acquis de la dureté à mesure qu'elles se sont desséchées, et que ce dessèchement a produit des fentes perpendiculaires qui traversent les couches horizontales.

Il n'est pas possible de douter, après avoir vu les faits qui sont rapportés dans les articles X, XI, XIV, XV, XVI, XVII, XVIII et XIX, qu'il ne soit arrivé une infinité de révolutions, de bouleversemens, de changemens particuliers et d'altérations sur la surface de la terre, tant par le mouvement naturel des eaux de la mer que par l'action des pluies, des gelées, des eaux courantes, des vents, des feux souterrains, des tremblemens de terre, des inondations, etc.; et que par conséquent la mer n'ait pu prendre successivement la place de la terre, surtout dans les premiers temps après la création, où les matières terrestres étoient beaucoup plus molles qu'elles ne le sont aujourd'hui. Il faut cependant avouer que nous ne pouvons juger que très-imparfaitement de la succession des révolutions naturelles; que nous jugeons encore moins de la suite des accidens, des changemens et des altérations; que le défaut des monumens historiques nous prive de la connoissance des faits : il nous manque de l'expérience et du temps; nous ne faisons pas réflexion que ce temps qui nous manque ne manque point à la nature : nous voulons rapporter à l'instant de notre existence les siècles passés et les âges à venir sans considérer que cet instant, la vie humaine, étendue même autant qu'elle peut l'être par l'histoire, n'est qu'un point dans la durée, un seul fait dans l'histoire des faits de Dieu.

FIN DE LA THÉORIE DE LA TERRE.



HISTOIRE DES MINÉRAUX

INTRODUCTION.

DES ÉLÉMENS.

PREMIÈRE PARTIE.

De la lumière, de la chaleur et du feu.

Les puissances de la nature, autant qu'elles nous sont connues, peuvent se réduire à deux forces primitives, celle qui cause la pesanteur, et celle qui produit la chaleur. La force d'impulsion leur est subordonnée; elle dépend de la première pour ses effets particuliers, et tient à la seconde pour l'effet général. Comme l'impulsion ne peut s'exercer qu'au moyen du ressort, et que le ressort n'agit qu'en vertu de la force qui rapproche les parties éloignées, il est clair que l'impulsion a besoin, pour opérer, du concours de l'attraction; car si la matière cessoit de s'attirer, si les corps perdoient leur cohérence, tout ressort ne seroit-il pas détruit, toute communication de mouvement interceptée, toute impulsion nulle, puisque, dans le fait [1], le mouvement ne se communique et ne peut se transmettre d'un corps à un autre que par l'élasticité; qu'enfin on peut démontrer qu'un corps parfaitement dur, c'est-à-dire absolument inflexible, serait en même temps absolument immobile et tout-à-fait incapable de recevoir l'action d'un autre corps [2]?

L'attraction étant un effet général, constant, et permanent, l'impulsion, qui, dans la plupart des corps, est particulière, et n'est ni constante ni permanente, en dépend

1. Pour une plus grande intelligence, je prie mes lecteurs de voir la seconde partie de l'article de cet ouvrage, qui a pour titre: *De la nature, seconde vue.*

2. La communication du mouvement a toujours été regardée comme une vérité d'expérience, et les plus grands mathématiciens se sont contentés d'en calculer les résultats dans les différentes circonstances, et nous ont donné sur cela des règles et des formules, où ils ont employé beaucoup d'art; mais personne, ce me semble, n'a jusqu'ici considéré la nature intime du mouvement, et n'a tâché de se représenter et de présenter aux autres la manière physique dont le mouvement se transmet et passe d'un corps à un autre corps. On a prétendu que les corps durs pouvoient le recevoir comme les corps à ressort; et, sur cette hypothèse dénuée de preuves, on a fondé des propositions et des calculs dont on a tiré une infinité de fausses conséquences: car les corps supposés durs et parfaitement inflexibles ne pourroient recevoir le mouvement. Pour le prouver, soit un globe parfaitement dur, c'est-à-dire inflexible dans toutes ses parties; chacune de ces parties ne pourra, par conséquent, être rapprochée ou éloignée de la partie voisine, sans quoi cela seroit contre la supposition: donc, dans un globe parfaitement dur, les parties ne peuvent recevoir aucun déplacement, aucun changement, aucune action; car si elles recevoient une action, elles auroient une réaction, les corps ne pouvant réagir qu'en agissant. Puis donc que toutes les parties prises séparément ne peuvent recevoir aucune action, elles ne peuvent en communiquer; la partie postérieure, qui est frappée la première, ne pourra pas communiquer le mouvement à la partie antérieure, puisque cette partie postérieure, qui a été supposée inflexible, ne peut pas changer, eu égard aux autres parties: donc il seroit impossible de communiquer aucun mouvement à un corps inflexible. Mais l'expérience nous apprend qu'on communique le mouvement à tous les corps: donc tous les corps sont à ressort; donc il n'y a point de corps parfaitement durs et inflexibles dans la nature. Un de mes amis (M. Gueneau de Montbeillard), homme d'un excellent esprit, m'a écrit à ce sujet dans les termes suivans: « De la supposition de l'immobilité absolue des corps absolument durs, il suit qu'il ne faudroit peut être qu'un pied cube de cette matière pour arrêter tout le mouvement de l'univers connu: et si cette immobilité absolue étoit prouvée, il semble que ce n'est point assez de dire qu'il n'existe point de ces corps dans la nature, et qu'on peut les traiter d'impossibles, et dire que la supposition de leur existence est absurde; car le mouvement provenant du ressort leur ayant été refusé, ils ne peuvent dès lors être capables du mouvement provenant de l'attraction, qui est, par l'hypothèse, la cause du ressort. »

donc comme un effet particulier dépend d'un effet général ; car au contraire, si toute impulsion étoit détruite, l'attraction subsisteroit et n'en agiroit pas moins, tandis que celle-ci venant à cesser, l'autre seroit non seulement sans exercice, mais même sans existence : c'est donc cette différence essentielle qui subordonne l'impulsion à l'attraction dans toute matière brute et purement passive.

Mais cette impulsion, qui ne peut ni s'exercer ni se transmettre dans les corps bruts qu'au moyen du ressort, c'est-à-dire du secours de la force d'attraction, dépend encore plus immédiatement, plus généralement, de la force qui produit la chaleur : car c'est principalement par le moyen de la chaleur que l'impulsion pénètre dans les corps organisés ; c'est par la chaleur qu'ils se forment, croissent, et se développent. On peut rapporter à l'attraction seule tous les effets de la matière brute, et à cette même force d'attraction, jointe à celle de la chaleur, tous les phénomènes de la matière vive.

J'entends par matière vive, non seulement tous les êtres qui vivent ou végètent, mais encore toutes les molécules organiques vivantes, dispersées et répandues dans les détrimens ou résidus des corps organisés : je comprends encore dans la matière vive celle de la lumière, du feu, de la chaleur; en un mot, toute matière qui nous paroît être active par elle-même. Or, cette matière vive tend toujours du centre à la circonférence, au lieu que la matière brute au contraire tend de la circonférence au centre ; c'est une force expansive qui anime la matière vive, et c'est une force attractive à laquelle obéit la matière brute : quoique les directions de ces deux forces soient diamétralement opposées, l'action de chacune ne s'en exerce pas moins ; elles se balancent sans jamais se détruire, et de la combinaison de ces deux forces également actives résultent tous les phénomènes de l'univers.

Mais, dira-t-on, vous réduisez toutes les puissances de la nature à deux forces, l'une attractive et l'autre expansive, sans donner la cause ni de l'une ni de l'autre, et vous subordonnez à toutes deux l'impulsion, qui est la seule force dont la cause nous soit connue et démontrée par le rapport de nos sens : n'est-ce pas abandonner une idée claire, et y substituer deux hypothèses obscures ?

A cela je réponds que, ne connoissant rien que par comparaison, nous n'aurons jamais d'idée de ce qui produit un effet général, parce que cet effet appartenant à tout, on ne peut dès lors le comparer à rien. Demander quelle est la cause de la force attractive, c'est exiger qu'on nous dise la raison pourquoi toute la matière s'attire : or, ne nous suffit-il pas de savoir que réellement toute la matière s'attire, et n'est-il pas aisé de concevoir que cet effet étant général, nous n'avons nul moyen de le comparer, et par conséquent nulle espérance d'en connoître jamais la cause ou la raison? Si l'effet, au contraire, étoit particulier comme celui de l'attraction de l'aimant et du fer, on doit espérer d'en trouver la cause, parce qu'on peut le comparer à d'autres effets particuliers, ou le ramener à l'effet général. Ceux qui exigent qu'on leur donne la raison d'un effet général ne connoissent ni l'étendue de la nature ni les limites de l'esprit humain : demander pourquoi la matière est étendue, pesante, impénétrable, sont moins des questions que des propos mal conçus, et auxquels on ne doit aucune réponse. Il en est de même de toute propriété particulière lorsqu'elle est essentielle à la chose : demander, par exemple, pourquoi le rouge est rouge, seroit une interrogation puérile, à laquelle on ne doit pas répondre. Le philosophe est tout près de l'enfant lorsqu'il fait de semblables demandes ; et autant on peut les pardonner à la curiosité non réfléchie du dernier, autant le premier doit les rejeter et les exclure de ses idées.

Puis donc que la force d'attraction et la force d'expansion sont deux effets généraux, on ne doit pas nous en demander les causes ; il suffit qu'ils soient généraux et tous deux réels, tous deux bien constatés, pour que nous devions les prendre eux-mêmes pour causes des effets particuliers ; et l'impulsion est un de ces effets qu'on ne doit pas regarder comme une cause générale connue ou démontrée par le rapport de nos sens, puisque nous avons prouvé que cette force d'impulsion ne peut exister ni agir qu'au moyen de l'attraction qui ne tombe point sous nos sens. Rien n'est plus évident, disent certains philosophes, que la communication du mouvement par l'impulsion ; il suffit qu'un corps en choque un autre pour que cet effet suive : mais, dans ce sens même, la cause de l'attraction n'est-elle pas encore plus évidente et bien plus générale, puisqu'il suffit d'abandonner un corps pour qu'il tombe et prenne du mouvement sans choc? le mouvement appartient donc, dans tous les cas, encore plus à l'attraction qu'à l'impulsion.

Cette première réduction étant faite, il seroit peut-être possible d'en faire une seconde, et de ramener la puissance même de l'expansion à celle de l'attraction, en sorte que toutes les forces de la matière dépendroient d'une seule force primitive : du moins cette idée me paroîtroit bien digne de la sublime simplicité du plan sur lequel opère la nature. Or, ne pouvons-nous pas concevoir que cette attraction se change en répulsion toutes les fois que les corps s'approchent d'assez près pour éprouver un frottement ou un choc des uns contre les autres? L'impénétrabilité, qu'on ne doit pas regarder comme une force, mais comme une résistance essentielle à la matière, ne permettant pas que deux corps puissent occuper le même espace, que doit-il arriver lorsque deux molécules, qui s'attirent d'autant plus puissamment qu'elles s'approchent de plus près, viennent tout à coup se heurter? cette résistance invincible de l'impénétrabilité ne devient-elle pas alors une force active, ou plutôt réactive, qui, dans le contact, repousse les corps avec autant de vitesse qu'ils en avoient acquis au moment de se toucher? et dès lors la force expansive ne sera point une force particulière opposée à une force attractive, mais un effet qui en dérive, et qui se manifeste toutes les fois que les corps se choquent ou frottent les uns contre les autres.

J'avoue qu'il faut supposer dans chaque molécule de matière, dans chaque atome quelconque, un ressort parfait, pour concevoir clairement comment s'opère ce changement de l'attraction en répulsion; mais cela même nous est assez indiqué par les faits : plus la matière s'atténue, et plus elle prend de ressort : la terre et l'eau, qui en sont les agrégats les plus grossiers, ont moins de ressort que l'air; et le feu, qui est le plus subtil des élémens, est aussi celui qui a le plus de force expansive. Les plus petites molécules de la matière, les plus petits atomes que nous connoissions sont ceux de la lumière; et l'on sait qu'ils sont parfaitement élastiques, puisque l'angle sous lequel la lumière se réfléchit est toujours égal à celui sous lequel elle arrive; nous pouvons donc en inférer que toutes les parties constitutives de la matière en général sont à ressort parfait, et que ce ressort produit tous les effets de la force expansive, toutes les fois que les corps se heurtent ou se frottent en se rencontrant dans des directions opposées.

L'expérience me paroît parfaitement d'accord avec ces idées : nous ne connoissons d'autres moyens de produire du feu que par le choc ou le frottement des corps; car le feu que nous produisons par la réunion des rayons de la lumière, ou par l'application du feu déjà produit à des matières combustibles, n'a-t-il pas néanmoins la même origine à laquelle il faudra toujours remonter, puisqu'en supposant l'homme sans miroirs ardens et sans feu actuel, il n'aura d'autres moyens de produire le feu qu'en frottant ou choquant des corps solides les uns contre les autres[1]?

La force expansive pourroit donc bien n'être, dans le réel, que la réaction de la force attractive, réaction qui s'opère toutes les fois que les molécules primitives de la matière, toujours attirées les unes par les autres, arrivent à se toucher immédiatement : car dès lors il est nécessaire qu'elles soient repoussées avec autant de vitesse qu'elles en avoient acquis en direction contraire au moment du contact[2]; et lors-

1. Le feu que produit quelquefois la fermentation des herbes entassées, celui qui se manifeste dans les effervescences, ne sont pas une exception qu'on puisse m'opposer, puisque cette production du feu par la fermentation et par l'effervescence dépend, comme tout autre, de l'action ou du choc des parties de la matière les unes contre les autres.

2. Il est certain, me dira-t-on, que les molécules rejailliront après le contact, parce que leur vitesse à ce point, et qui leur est rendue par le ressort, est la somme des vitesses acquises dans tous les momens précédens par l'effet continuel de l'attraction, et par conséquent doit l'emporter sur l'effort instantané de l'attraction dans le seul moment du contact. Mais ne sera-t-elle pas continuellement retardée, et enfin détruite, lorsqu'il y aura équilibre entre la somme des efforts de l'attraction avant le contact, et la somme des efforts de l'attraction après le contact? Comme cette question pourroit faire naître des doutes ou laisser quelques nuages sur cet objet, qui par lui-même est difficile à saisir, je vais tâcher d'y satisfaire en m'expliquant encore plus clairement. Je suppose deux molécules, ou, pour rendre l'image plus sensible, deux grosses masses de matières, telles que la lune et la terre, toutes deux douées d'un ressort parfait dans toutes les parties de leur intérieur : qu'arriveroit-il à ces deux masses isolées de toute autre matière, si tout leur mouvement progressif étoit tout à coup arrêté, et qu'il ne restât à chacune d'elles que leur force d'attraction réciproque? Il est clair que, dans cette supposition, la lune et la terre se précipiteroient l'une vers l'autre, avec une vitesse qui augmenteroit à chaque moment dans la même raison que diminueroit le carré de leur distance. Les vitesses acquises seront donc immenses au point de contact, ou, si l'on veut, au moment de leur choc; et dès lors ces deux corps, que nous avons supposés à ressort parfait, et libres de tous autres empêchemens, c'est-à-dire entièrement isolés, rejailliront chacun, et s'éloigneront l'un de l'autre dans la direction opposée, et avec la même vitesse qu'ils avoient acquise au point du contact; vitesse qui, quoique diminuée continuellement par leur attrac-

que ces molécules sont absolument libres de toute cohérence, et qu'elles n'obéissent qu'au seul mouvement produit par leur attraction, cette vitesse acquise est immense dans le point du contact. La chaleur, la lumière, le feu, qui sont les grands effets de la force expansive, seront produits toutes les fois qu'artificiellement ou naturellement les corps seront divisés en parties très-petites, et qu'ils se rencontreront dans des directions opposées; et la chaleur sera d'autant plus sensible, la lumière d'autant plus vive, le feu d'autant plus violent, que les molécules se seront précipitées les unes contre les autres avec plus de vitesse par leur force d'attraction mutuelle.

De là on doit conclure que toute matière peut devenir lumière, chaleur, feu; qu'il suffit que les molécules d'une substance quelconque se trouvent dans une situation de liberté, c'est-à-dire dans un état de division assez grande et de séparation telle, qu'elles puissent obéir sans obstacle à toute la force qui les attire les unes vers les autres; car, dès qu'elles se rencontreront, elles réagiront les unes contre les autres, et se fuiront en s'éloignant avec autant de vitesse qu'elles en avoient acquis au moment du contact, qu'on doit regarder comme un vrai choc, puisque deux molécules qui s'attirent mutuellement, ne peuvent se rencontrer qu'en direction contraire. Ainsi la lumière, la chaleur et le feu ne sont pas des matières particulières, des matieres différentes de toute autre matière; ce n'est toujours que la même matière qui n'a subi d'autre altération, d'autre modification, qu'une grande division de parties, et une direction de mouvement en sens contraire par l'effet du choc et de la réaction.

Ce qui prouve assez évidemment que cette matière du feu et de la lumière n'est pas une substance différente de toute autre matière, c'est qu'elle conserve toutes les qualités essentielles, et même la plupart des attributs de la matière commune. 1° La lumière, quoique composée de particules presque infiniment petites, est néanmoins encore divisible, puisqu'avec le prisme on sépare les uns des autres les rayons, ou, pour parler plus clairement, les atomes différemment colorés. 2° La lumière, quoique douée en apparence d'une qualité tout opposée à celle de la pesanteur, c'est-à-dire d'une volatilité qu'on croiroit lui être essentielle, est néanmoins pesante comme toute autre matière, puisqu'elle fléchit toutes les fois qu'elle passe auprès des autres corps, et qu'elle se trouve à portée de leur sphère d'attraction; je dois même dire qu'elle est fort pesante, relativement à son volume qui est d'une petitesse extrême, puisque la vitesse immense avec laquelle la lumière se meut en ligne directe ne l'empêche pas d'éprouver assez d'attraction près des autres corps, pour que sa direction s'incline et change d'une manière très-sensible à nos yeux. 3° La substance de la lumière n'est pas plus simple que celle de toute autre matière, puisqu'elle est composée de parties d'inégale pesanteur, que le rayon rouge est beaucoup plus pesant que le rayon violet, et qu'entre ces deux extrêmes elle contient une infinité de rayons intermédiaires, qui approchent plus ou moins de la pesanteur du rayon rouge ou de la légèreté du rayon violet; toutes ces conséquences dérivent nécessairement des phénomènes de l'inflexion de la lumière et de sa réfraction [1], qui, dans le réel, n'est qu'une in-

tion réciproque, ne laisseroit pas de les porter d'abord au même lieu d'où ils sont partis, mais encore infiniment plus loin, parce que la retardation du mouvement est ici en ordre inverse de celui de l'accélération, et que la vitesse acquise au point du choc étant immense, les efforts de l'attraction ne pourront la réduire à zéro qu'à une distance dont le carré seroit également immense; en sorte que si le contact étoit absolu, et que la distance des deux corps qui se choquent fût absolument nulle, ils s'éloigneroient l'un de l'autre jusqu'à une distance infinie: et c'est à peu près ce que nous voyons arriver à la lumière et au feu dans le moment de l'inflammation des matières combustibles; car, dans l'instant même, elles lancent leur lumière à une très-grande distance, quoique les particules qui se sont converties en lumière fussent auparavant très-voisines les unes des autres.

1. L'attraction universelle agit sur la lumière: il ne faut, pour s'en convaincre, qu'examiner les cas extrêmes de la réfraction: lorsqu'un rayon de lumière passe à travers un cristal sous un certain angle d'obliquité, la direction change tout à coup, et au lieu de continuer sa route, il rentre dans le cristal et se réfléchit. Si la lumière passe du verre dans le vide, toute la force de cette puissance s'exerce, et le rayon est contraint de rentrer et rentre dans le verre par un effet de son attraction que rien ne balance; si la lumière passe du cristal dans l'air, l'attraction du cristal, plus forte que celle de l'air, la ramène encore, mais avec moins de force, parce que cette attraction du verre est en partie détruite par celle de l'air qui agit en sens contraire sur le rayon de lumière; si ce rayon passe du cristal dans l'eau, l'effet est bien moins sensible, le rayon rentre à peine, parce que l'attraction du cristal est presque toute détruite par celle de l'eau, qui s'oppose à son action; enfin, si la lumière passe du cristal dans le cristal, comme les deux attractions sont égales, l'effet s'évanouit et le rayon continue sa route. D'autres expériences démontrent que cette puissance attractive, ou cette force réfringente, est toujours à très-peu près pro-

flexion qui s'opère lorsque la lumière passe à travers les corps transparens. 4° On peut démontrer que la lumière est massive, et qu'elle agit, dans quelques cas, comme agissent tous les autres corps : car, indépendamment de son effet ordinaire, qui est de briller à nos yeux, et de son action propre, toujours accompagnée d'éclat et souvent de chaleur, elle agit par sa masse lorsqu'on la condense en la réunissant, et elle agit au point de mettre en mouvement des corps assez pesans, placés au foyer d'un bon miroir ardent; elle fait tourner une aiguille sur un pivot placé à son foyer; elle pousse, déplace et chasse les feuilles d'or ou d'argent qu'on lui présente avant de les fondre, et même avant de les chauffer sensiblement. Cette action produite par sa masse est la première et précède celle de la chaleur; elle s'opère entre la lumière condensée et les feuilles de métal, de la même façon qu'elle s'opère entre deux autres corps qui deviennent contigus, et par conséquent la lumière a encore cette propriété commune avec toute autre matière. 5° Enfin on sera forcé de convenir que la lumière est un mixte, c'est-à-dire une matière composée, comme la matière commune, non seulement de parties plus grosses et plus petites, plus ou moins pesantes, plus ou moins mobiles, mais encore différemment figurées. Quiconque aura réfléchi sur les phénomènes que Newton appelle *les accès de facile réflexion et de facile transmission de la lumière*, et sur les effets de la double réfraction du cristal de roche, et du spath appelé *cristal d'Islande*, ne pourra s'empêcher de reconnoître que les atomes de la lumière ont plusieurs côtés, plusieurs faces différentes, qui, selon qu'elles se présentent, produisent constamment des effets différens [1].

En voilà plus qu'il n'en faut pour démontrer que la lumière n'est pas une matière particulière ni différente de la matière commune; que son essence est la même, ses propriétés essentielles les mêmes; qu'enfin elle n'en diffère que parce qu'elle a subi dans le point du contact la répulsion d'où provient sa volatilité. Et de la même manière que l'effet de la force d'attraction s'étend à l'infini, toujours en décroissant comme l'espace augmente, les effets de la répulsion s'étendent et décroissent de même, mais en ordre inverse; en sorte que l'on peut appliquer à la force expansive tout ce que l'on sait de la force attractive : ce sont pour la nature deux instrumens de même espèce, ou plutôt ce n'est que le même instrument qu'elle manie dans deux sens opposés.

Toute matière deviendra lumière dès que toute cohérence étant détruite, elle se trouvera divisée en molécules suffisamment petites, et que ces molécules étant en liberté, seront déterminées par leur attraction mutuelle à se précipiter les unes contre les autres : dans l'instant du choc, la force répulsive s'exercera, les molécules se fuiront en tous sens avec une vitesse presque infinie, laquelle néanmoins n'est qu'égale à leur vitesse acquise au moment du contact; car la loi de l'attraction étant d'augmenter comme l'espace diminue, il est évident qu'au contact l'espace, toujours proportionnel au carré de la distance, devient nul, et que par conséquent la vitesse acquise en vertu de l'attraction doit à ce point devenir presque infinie. Cette vitesse seroit même infinie si le contact étoit immédiat, et par conséquent la distance entre les deux corps absolument nulle : mais, comme nous l'avons souvent répété, il n'y a rien d'absolu, rien de parfait dans la nature, et de même rien d'absolument grand, rien d'absolument petit, rien d'entièrement nul, rien de vraiment infini; et tout ce que j'ai dit de la

portionnelle à la densité des matières transparentes, à l'exception des corps onctueux et sulfureux, dont la force réfringente est plus grande, parce que la lumière a plus d'analogie, plus de rapport de nature avec les matières inflammables qu'avec les autres matières.

Mais s'il restoit quelque doute sur cette attraction de la lumière vers les corps, qu'on jette les yeux sur les inflexions que souffre un rayon lorsqu'il passe fort près de la surface d'un corps : un trait de lumière ne peut entrer par un très-petit trou dans une chambre obscure, sans être puissamment attiré vers les bords du trou; ce petit faisceau de rayons se divise, chaque rayon voisin de la circonférence du trou se plie vers cette circonférence, et cette inflexion produit des franges colorées, des apparences constantes, qui sont l'effet de l'attraction de la lumière vers les corps voisins. Il en est de même des rayons qui passent entre deux lames de couteaux : les uns se plient vers la lame supérieure, les autres vers la lame inférieure; il n'y a que ceux du milieu qui, souffrant une égale attraction des deux côtés, ne sont pas détournés, et suivent leur direction.

1. Chaque rayon de lumière a deux côtés opposés, doués originairement d'une propriété d'où dépend la réfraction extraordinaire du cristal, et deux autres côtés opposés, qui n'ont pas cette propriété. (*Optique* de Newton, *question XXVI*, traduction de Coste.) Cette propriété dont parle ici Newton ne peut dépendre que de l'étendue ou de la figure de chacun des côtés des rayons, c'est-à-dire des atomes de lumière. Voyez cet article en entier dans Newton.

petitesse *infinie* des atomes qui constituent la lumière, de leur ressort *parfait*, de la distance *nulle* dans le moment du contact, ne doit s'entendre qu'avec restriction. Si l'on pouvoit douter de cette vérité métaphysique, il seroit possible d'en donner une démonstration physique, sans même nous écarter de notre sujet. Tout le monde sait que la lumière emploie environ sept minutes et demie de temps à venir du soleil jusqu'à nous. Supposant donc le soleil à trente-six millions de lieues, la lumière parcourt cette énorme distance en sept minutes et demie, ou, ce qui revient au même (supposant son mouvement uniforme), quatre-vingt mille lieues en une seconde. Cette vitesse, quoique prodigieuse, est néanmoins bien éloignée d'être infinie, puisqu'elle est déterminable par les nombres; elle cessera même de paroître prodigieuse lorsqu'on réfléchira que la nature semble marcher en grand presque aussi vite qu'en petit : il ne faut pour cela que supputer la célérité du mouvement des comètes à leur périhélie, ou même celle des planètes qui se meuvent le plus rapidement, et l'on verra que la vitesse de ces masses immenses, quoique moindre, se peut néanmoins comparer d'assez près avec celle de nos atomes de lumière.

Et de même que toute matière peut se convertir en lumière par la division et la répulsion de ses parties exclusivement divisées, lorsqu'elles éprouvent un choc des unes contre les autres, la lumière peut aussi se convertir en toute autre matière par l'addition de ses propres parties, accumulées par l'attraction des autres corps. Nous verrons dans la suite que tous les élémens sont convertibles; et si l'on a douté que la lumière, qui paroît être l'élément le plus simple, pût se convertir en substance solide, c'est que, d'une part, on n'a pas fait assez d'attention à tous les phénomènes, et que, d'autre part, on étoit dans le préjugé qu'étant essentiellement volatile, elle ne pouvoit jamais devenir fixe. Mais n'avons-nous pas prouvé que la fixité et la volatilité dépendent de la même force attractive dans le premier cas, devenue répulsive dans le second? et dès lors ne sommes-nous pas fondés à croire que ce changement de la matière fixe en lumière, et de la lumière en matière fixe, est une des plus fréquentes opérations de la nature?

Après avoir montré que l'impulsion dépend de l'attraction, que la force expansive est la même que la force attractive devenue négative, que la lumière, et à plus forte raison la chaleur et le feu, ne sont que des manières d'être de la matière commune; qu'il n'existe, en un mot, qu'une seule force et une seule matière toujours prête à s'attirer ou à se repousser suivant les circonstances, recherchons comment, avec ce seul ressort et ce seul sujet, la nature peut varier ses œuvres à l'infini. Nous mettrons de la méthode dans cette recherche, et nous en présenterons les résultats avec plus de clarté, en nous abstenant de comparer d'abord les objets les plus éloignés, les plus opposés, comme le feu et l'eau, l'air et la terre, et nous conduisant au contraire par les mêmes degrés, par les mêmes nuances douces que suit la nature dans toutes ses démarches. Comparons donc les choses les plus voisines, et tâchons d'en saisir les différences, c'est-à-dire les particularités, et de les présenter avec encore plus d'évidence que leurs généralités. Dans le point de vue général, la lumière, la chaleur et le feu, ne font qu'un seul objet : mais, dans le point de vue particulier, ce sont trois objets distincts, trois choses qui, quoique se ressemblant par un grand nombre de propriétés, diffèrent néanmoins par un petit nombre d'autres propriétés assez essentielles pour qu'on puisse les regarder comme trois choses différentes, et qu'on doive les comparer une à une.

Quelles sont d'abord les propriétés communes de la lumière et du feu? quelles sont aussi leurs propriétés différentes? La lumière, dit-on, et le feu élémentaire ne sont qu'une même chose, une seule substance. Cela peut être; mais comme nous n'avons pas encore d'idée nette du feu élémentaire, abstenons-nous de prononcer sur ce premier point. La lumière et le feu, tels que nous les connoissons, ne sont-ils pas, au contraire, deux choses différentes, deux substances distinctes et composées différemment? Le feu est, à la vérité, très-souvent lumineux; mais quelquefois aussi le feu existe sans aucune apparence de lumière : le feu, soit lumineux, soit obscur, n'existe jamais sans une grande chaleur, tandis que la lumière brille souvent avec éclat sans la moindre chaleur sensible. La lumière paroît être l'ouvrage de la nature; le feu n'est que le produit de l'industrie de l'homme : la lumière subsiste, pour ainsi dire, par elle-même, et se trouve répandue dans les espaces immenses de l'univers entier; le feu ne peut subsister qu'avec des alimens, et ne se trouve qu'en quelques points de l'espace, où l'homme le conserve, et dans quelques endroits de la profondeur de la terre,

où il se trouve également entretenu par des alimens convenables. La lumière, à la vérité, lorsqu'elle est condensée, réunie par l'art de l'homme, peut produire du feu; mais ce n'est qu'autant qu'elle tombe sur des matières combustibles. La lumière n'est donc tout au plus, et dans ce seul cas, que le principe du feu, et non pas le feu : ce principe même n'est pas immédiat; il en suppose un intermédiaire, et c'est celui de la chaleur, qui paroît tenir encore de plus près que la lumière à l'essence du feu. Or, la chaleur existe tout aussi souvent sans lumière que la lumière existe sans chaleur : ces deux principes ne paroissent donc pas nécessairement liés ensemble; leurs effets ne sont ni simultanés, ni contemporains, puisque dans de certaines circonstances on sent de la chaleur long-temps avant que la lumière paroisse, et que dans d'autres circonstances on voit de la lumière long-temps avant de sentir de la chaleur, et même sans en sentir aucune.

Dès lors la chaleur n'est-elle pas une autre manière d'être, une modification de la matière, qui diffère, à la vérité, moins que toute autre de celle de la lumière, mais qu'on peut néanmoins considérer à part, et qu'on devroit concevoir encore plus aisément? car la facilité plus ou moins grande que nous avons à concevoir les opérations différentes de la nature dépend de celle que nous avons d'y appliquer nos sens. Lorsqu'un effet de la nature tombe sous deux de nos sens, la vue et le toucher, nous croyons en avoir une pleine connoissance; un effet qui n'affecte que l'un ou l'autre de ces deux sens nous paroît plus difficile à connoître, et, dans ce cas, la facilité ou la difficulté d'en juger dépend du degré de supériorité qui se trouve entre nos sens. La lumière, que nous n'apercevons que par le sens de la vue (sens le plus fautif et le plus incomplet), ne devroit pas nous être aussi bien connue que la chaleur, qui frappe le toucher, et affecte par conséquent le plus sûr de nos sens. Cependant il faut avouer qu'avec cet avantage on a fait beaucoup moins de découvertes sur la nature de la chaleur que sur celle de la lumière, soit que l'homme saisisse mieux ce qu'il voit que ce qu'il sent, soit que la lumière se présentant ordinairement comme une substance distincte et différente de toutes les autres, elle a paru digne d'une considération particulière; au lieu que la chaleur, dont l'effet est plus obscur, se présentant comme un objet moins isolé, moins simple, n'a pas été regardée comme une substance distincte, mais comme un attribut de la lumière et du feu.

Quand même cette opinion, qui fait de la chaleur un pur attribut, une simple qualité, se trouveroit fondée, il seroit toujours utile de considérer la chaleur en elle-même et par les effets qu'elle produit toute seule, c'est-à-dire lorsqu'elle nous paroît indépendante de la lumière et du feu. La première chose qui me frappe, et qui me paroît bien digne de remarque, c'est que le siége de la chaleur est tout différent de celui de la lumière : celle-ci occupe et parcourt les espaces vides de l'univers; la chaleur, au contraire, se trouve généralement répandue dans toute la matière solide. Le globe de la terre, et toutes les matières dont il est composé, ont un degré de chaleur bien plus considérable qu'on ne pourroit l'imaginer. L'eau a son degré de chaleur qu'elle ne perd qu'en changeant son état, c'est-à-dire en perdant sa fluidité. L'air a aussi sa chaleur, que nous appelons sa température, qui varie beaucoup, mais qu'il ne perd jamais en entier, puisque son ressort subsiste même dans le plus grand froid. Le feu a aussi ses différens degrés de chaleur, qui paroissent moins dépendre de sa nature propre que de celle des alimens qui le nourrissent. Ainsi toute la matière connue est chaude; et dès lors la chaleur est une affection bien plus générale que celle de la lumière.

La chaleur pénètre tous les corps qui lui sont exposés, et cela sans aucune exception, tandis qu'il n'y a que les corps transparens qui laissent passer la lumière, et qu'elle est arrêtée et en partie repoussée par tous les corps opaques. La chaleur semble donc agir d'une manière bien plus générale et plus palpable que n'agit la lumière; et quoique les molécules de la chaleur soient excessivement petites, puisqu'elles pénètrent les corps les plus compactes, il me semble néanmoins que l'on peut démontrer qu'elles sont bien plus grosses que celles de la lumière : car on fait de la chaleur avec la lumière en la réunissant en grande quantité. D'ailleurs, la chaleur agissant sur le sens du toucher, il est nécessaire que son action soit proportionnée à la grossièreté de ce sens, comme la délicatesse des organes de la vue paroît l'être à l'extrême finesse des parties de la lumière : celles-ci se meuvent avec la plus grande vitesse, agissant dans l'instant à des distances immenses, tandis que celles de la chaleur n'ont qu'un mouvement progressif assez lent, qui ne paroît s'étendre qu'à de petits intervalles du corps dont elles émanent.

Le principe de toute chaleur paroît être l'attrition des corps : tout frottement, c'est-à-dire tout mouvement en sens contraire entre des matières solides, produit de la chaleur ; et si ce même effet n'arrive pas dans les fluides, c'est parce que leurs parties ne se touchent pas d'assez près pour pouvoir être frottées les unes contre les autres, et qu'ayant peu d'adhérence entre elles, leur résistance au choc des autres corps est trop foible pour que la chaleur puisse naître ou se manifester à un degré sensible : mais, dans ce cas, on voit souvent de la lumière produite par ce frottement d'un fluide sans sentir de la chaleur. Tous les corps, soit en petit ou en grand volume, s'échauffent dès qu'ils se rencontrent en sens contraire : la chaleur est donc produite par le mouvement de toute matière palpable et d'un volume quelconque ; au lieu que la production de la lumière, qui se fait aussi par le mouvement en sens contraire, suppose de plus la division de la matière en parties très-petites ; et comme cette opération de la nature est la même pour la production de la chaleur et celle de la lumière, que c'est le mouvement en sens contraire, la rencontre des corps, qui produisent l'un et l'autre, on doit en conclure que les atomes de la lumière sont solides par eux-mêmes, et qu'ils sont chauds au moment de leur naissance : mais on ne peut pas également assurer qu'ils conservent leur chaleur au même degré que leur lumière, ni qu'ils ne cessent pas d'être chauds avant de cesser d'être lumineux. Des expériences familières paroissent indiquer que la chaleur de la lumière du soleil augmente en passant à travers une glace plane, quoique la quantité de la lumière soit diminuée considérablement par la réflexion qui se fait à la surface extérieure de la glace, et que la matière même du verre en retienne une certaine quantité. D'autres expériences plus recherchées [1] semblent prouver que la lumière augmente de chaleur à mesure qu'elle traverse une plus grande épaisseur de notre atmosphère.

On sait de tout temps que la chaleur devient d'autant moindre, ou le froid d'autant plus grand, qu'on s'élève plus haut dans les montagnes. Il est vrai que la chaleur qui provient du globe entier de la terre doit être moins sensible sur ces pointes avancées qu'elle ne l'est dans les plaines; mais cette cause n'est point du tout proportionnelle à l'effet : l'action de la chaleur qui émane du globe terrestre ne pouvant diminuer qu'en raison du carré de la distance, il ne paroît pas qu'à la hauteur d'une demi-lieue, qui n'est que la trois-millième partie du demi-diamètre du globe, dont le centre doit être pris pour le foyer de la chaleur; il ne paroît

1. Un habile physicien (M. de Saussure, citoyen de Genève) a bien voulu me communiquer le résultat des expériences qu'il a faites dans les montagnes, sur la différente chaleur des rayons du soleil, et je vais rapporter ici ses propres expressions. « J'ai fait faire, en mars 1767, cinq caisses rectangulaires de verre blanc de Bohême, chacune desquelles est la moitié d'un cube coupé parallèlement à sa base : la première a un pied de largeur en tous sens, sur six pouces de hauteur ; la seconde, dix pouces sur cinq ; et ainsi de suite, jusqu'à la cinquième, qui a deux pouces sur un. Toutes ces caisses sont ouvertes par le bas, et s'emboîtent les unes dans les autres sur une table fort épaisse de bois de poirier noirci, à laquelle elles sont fixées. J'emploie sept thermomètres à cette expérience : l'un suspendu en l'air et parfaitement isolé à côté des boîtes, et à la même distance du sol ; un autre posé sur la caisse extérieure en dehors de cette caisse, et à peu près au milieu ; le suivant posé de même sur la seconde caisse ; et ainsi des autres, jusqu'au dernier, qui est sous la cinquième caisse, et à demi noyé dans le bois de la table.

« Il faut observer que tous ces thermomètres sont de mercure, et que tous, excepté le dernier, ont la boule nue, et ne sont pas engagés, comme les thermomètres ordinaires, dans une planche ou dans une boîte, dont le plus ou le moins d'aptitude à prendre et à conserver la chaleur fait entièrement varier le résultat des expériences.

« Tout cet appareil exposé au soleil, dans un lieu découvert, par exemple, sur le mur de clôture d'une grande terrasse, je trouve que le thermomètre suspendu à l'air libre monte le moins haut de tous ; que celui qui est sur la caisse extérieure monte un peu plus haut ; ensuite celui qui est sur la seconde caisse ; et ainsi des autres, en observant cependant que le thermomètre qui est posé sur la cinquième caisse monte plus haut que celui qui est sous elle et à demi noyé dans le bois de la table : j'ai vu celui-là monter à 70 degrés de Réaumur (en plaçant le O à la congélation et le 80e degré à l'eau bouillante). Les fruits exposés à cette chaleur s'y cuisent et y rendent leur jus.

« Quand cet appareil est exposé au soleil dès le matin, on observe communément la plus grande chaleur vers les deux heures et demie après midi ; et lorsqu'on le retire des rayons du soleil, il emploie plusieurs heures à son entier refroidissement.

« J'ai fait porter ce même appareil sur une montagne élevée d'environ cinq cents toises au dessus du lieu où se faisoient ordinairement les expériences, et j'ai trouvé que le refroidissement causé par l'élévation agissoit beaucoup plus sur les thermomètres suspendus à l'air libre que sur ceux qui étoient enfermés dans les caisses de verre, quoique j'eusse eu soin de remplir les caisses de l'air même de la montagne, par égard pour la fausse hypothèse de ceux qui croient que le froid des montagnes tient de la pureté de l'air qu'on y respire. »

Il seroit à désirer que M. de Saussure, de la sagacité duquel nous devons attendre d'excellentes choses, suivît encore plus loin ces expériences, et voulût bien en publier les résultats.

pas, dis-je, que cette différence, qui, dans cette supposition, n'est que d'une unité sur neuf millions, puisse produire une diminution de chaleur aussi considérable, à beaucoup près, que celle qu'on éprouve en s'élevant à cette hauteur : car le thermomètre y baisse dans tous les temps de l'année, jusqu'au point de la congélation de l'eau ; la neige ou la glace subsistent aussi sur ces grandes montagnes à peu près à cette hauteur dans toutes les saisons. Il n'est donc pas probable que cette grande différence de chaleur provienne uniquement de la différence de la chaleur de la terre : l'on en sera pleinement convaincu si l'on fait attention qu'au haut des volcans, où la terre est plus chaude qu'en aucun autre endroit de la surface du globe, le froid de l'air est à très-peu près le même que dans les autres montagnes à la même hauteur.

On pourroit donc penser que les atomes de la lumière, quoique très-chauds au moment de leur naissance et au sortir du soleil, se refroidissent beaucoup pendant les sept minutes et demie de temps que dure leur traversée du soleil à la terre, d'autant que la durée de la chaleur, ou, ce qui revient au même, le temps du refroidissement des corps étant en raison de leur diamètre, il sembleroit qu'il ne faut qu'un très-petit moment pour le refroidissement des atomes presque infiniment petits de la lumiere ; et cela seroit en effet s'ils étoient isolés : mais comme ils se succèdent presque immédiatement, et qu'ils se propagent en faisceaux d'autant plus serrés qu'ils sont plus près du lieu de leur origine, la chaleur que chaque atome perd tombe sur les atomes voisins ; et cette communication réciproque de la chaleur qui s'évapore de chaque atome entretient plus long-temps la chaleur générale de la lumière; et comme sa direction constante est toujours en rayons divergens, que leur éloignement l'un de l'autre augmente comme l'espace qu'ils ont parcouru, et qu'en même temps la chaleur qui part de chaque atome comme centre diminue aussi dans la même raison, il s'ensuit que l'action de la lumière des rayons solaires décroissant en raison inverse du carré de la distance, celle de leur chaleur décroît en raison inverse du carré-carré de cette même distance.

Prenant donc pour unité le demi-diamètre du soleil, et supposant l'action de la lumière comme 1000 à la distance d'un demi-diamètre de la surface de cet astre, elle ne sera plus que comme 4000/4 à la distance de deux demi-diamètres, que comme 1000/9 à celle de trois demi-diamètres, que comme 1000/10 à la distance de quatre demi-diamètres; et enfin en arrivant à nous qui sommes éloignés du soleil de trente-six millions de lieues, c'est-à-dire d'environ deux cent vingt-quatre de ses demi-diamètres, l'action de la lumière ne sera plus que comme 1000/50625, c'est-à-dire plus de cinquante mille fois plus foible qu'au sortir du soleil; et la chaleur de chaque atome de lumière étant aussi supposée 1000 au sortir du soleil, ne sera plus que comme 1000/16, 1000/81, 1000/256, à la distance successive de 1, 2, 3 demi-diamètres, et en arrivant à nous, comme 1000/2562890625, c'est-à-dire plus de deux mille cinq cent millions de fois plus foible qu'au sortir du soleil.

Quand même on ne voudroit pas admettre cette diminution de la chaleur en raison du carré-carré de la distance au soleil, quoique cette estimation me paroisse fondée sur un raisonnement assez clair, il sera toujours vrai que la chaleur, dans sa propagation, diminue beaucoup plus que la lumière, au moins quant à l'impression qu'elles font l'une et l'autre sur nos sens. Qu'on excite une très-forte chaleur, qu'on allume un grand feu dans un point de l'espace, on ne le sentira qu'à une distance très-médiocre, au lieu qu'on en voit la lumière à de très-grandes distances. Qu'on approche peu à peu d'un corps excessivement chaud, on s'apercevra, par la seule sensation, que la chaleur augmente beaucoup plus que l'espace ne diminue; car on se chauffe souvent avec plaisir à une distance qui ne diffère que de quelques pouces de celle où l'on se brûleroit. Tout paroît donc nous indiquer que la chaleur diminue en plus grande raison que la lumière, à mesure que toutes deux s'éloignent du foyer dont elles partent.

Ainsi l'on peut croire que les atomes de la lumière sont fort refroidis lorsqu'ils arrivent à la surface de notre atmosphère, mais qu'en traversant la grande épaisseur de cette masse transparente, ils y reprennent par le frottement une nouvelle chaleur. La vitesse infinie avec laquelle les particules de la lumière frôlent celles de l'air, doit produire une chaleur d'autant plus grande que le frottement est plus multiplié ; et c'est probablement par cette raison que la chaleur des rayons solaires se trouve, par l'expérience, beaucoup plus grande dans les couches inférieures de l'atmosphère et que le froid de l'air paroît augmenter si considérablement à mesure qu'on s'élève. Peut-être aussi que, comme la lumière ne prend de la chaleur

qu'en se réunissant, il faut un grand nombre d'atomes de lumière pour constituer un seul atome de chaleur, et que c'est par cette raison que la lumière foible de la lune, quoique frôlée dans l'atmosphère comme celle du soleil, ne prend aucun degré de chaleur sensible. Si, comme le dit M. Bouguer[1], l'intensité de la lumière du soleil à la surface de la terre est trois cent mille fois plus grande que celle de la lumière de la lune, celle-ci ne peut qu'être presque absolument insensible, même en la réunissant au foyer des plus puissans miroirs ardens, qui ne peuvent la condenser qu'environ deux mille fois, dont ôtant la moitié pour la perte par la réflexion ou la réfraction, il ne reste qu'une trois-centième partie d'intensité au foyer du miroir. Or y a-t-il des thermomètres assez sensibles pour indiquer le degré de chaleur contenu dans une lumière trois cents fois plus foible que celle du soleil, et pourra-t-on faire des miroirs assez puissans pour la condenser davantage?

Ainsi l'on ne doit pas inférer de tout ce que j'ai dit que la lumière puisse exister sans aucune chaleur, mais seulement que les degrés de cette chaleur sont très-différens, selon les différentes circonstances, et toujours insensibles lorsque la lumière est très-foible[2]. La chaleur, au contraire, paroît exister habituellement, et même se faire sentir vivement sans lumière; ce n'est ordinairement que quand elle devient excessive que la lumière l'accompagne. Mais ce qui mettroit encore une différence bien essentielle entre ces deux modifications de la matière, c'est que la chaleur qui pénètre tous les corps ne paroît se fixer dans aucun, et ne s'y arrêter que peu de temps, au lieu que la lumière s'incorpore, s'amortit, et s'éteint dans tous ceux qui ne la réfléchissent pas, ou qui ne la laissent pas passer librement. Faites chauffer à tous degrés des corps de toute sorte : tous perdront en assez peu de temps la chaleur acquise; tous reviendront au degré de la température générale, et n'auront par conséquent que la même chaleur qu'ils avoient auparavant. Recevez de même la lumière en plus ou moins grande quantité sur des corps noirs ou blancs, bruts ou polis : vous reconnoîtrez aisément que les uns l'admettent, les autres la repoussent, et qu'au lieu d'être affectés d'une manière uniforme comme ils le sont par la chaleur, ils ne le sont que d'une manière relative à leur nature, à leur couleur, à leur poli; les noirs absorberont plus la lumière que les blancs, les bruts plus que les polis. Cette lumière une fois absorbée reste fixe et demeure dans les corps qui l'ont admise; elle n'en sort pas comme le fait la chaleur : d'où l'on devroit conclure que les atomes de la lumière peuvent devenir parties constituantes des corps en s'unissant à la matière qui les compose; au lieu que la chaleur, ne se fixant pas, semble empêcher, au contraire, l'union de toutes les parties de la matière, et n'agir que pour les tenir séparées.

Cependant il y a des cas où la chaleur se fixe à demeure dans les corps, et d'autres cas ou la lumière qu'ils ont absorbée reparoît et en sort comme la chaleur. Les diamans, les autres pierres transparentes qui s'imbibent de la lumière du soleil; les pierres opaques, comme celles de Bologne, qui, par la calcination, reçoivent les particules d'un feu brillant; tous les phosphores naturels rendent la lumière qu'ils ont absorbée, et cette restitution ou déperdition de lumière se fait successivement et avec le temps, à peu près comme se fait celle de la chaleur. Et peut-être la même chose arrive dans les corps opaques, en tout ou en partie. Quoi qu'il en soit, il paroît, d'après tout ce qui vient d'être dit, que l'on doit reconnoître deux sortes de chaleur : l'une lumineuse, dont le soleil est le foyer immense; et l'autre obscure, dont le grand réservoir est le globe terrestre. Notre corps,

1. Essai d'Optique sur la gradation de la lumière.

2. On pourroit même présumer que la lumière en elle-même est composée de parties plus ou moins chaudes : le rayon rouge, dont les atomes sont bien plus massifs et probablement plus gros que ceux du rayon violet, doit en toutes circonstances conserver beaucoup plus de chaleur, et cette présomption me paroît assez fondée pour qu'on doive chercher à la constater par l'expérience; il ne faut pour cela que recevoir au sortir du prisme une égale quantité de rayons rouges et de rayons violets, sur deux petits miroirs concaves ou deux lentilles réfringentes, et voir au thermomètre le résultat de la chaleur des uns et des autres.

Je me rappelle une autre expérience, qui semble démontrer que les atomes bleus de la lumière sont plus petits que ceux des autres couleurs; c'est qu'en recevant sur une feuille très-mince d'or battu la lumière du soleil, elle se réfléchit toute, à l'exception des rayons bleus qui passent à travers la feuille d'or, et peignent d'un beau bleu le papier qu'on met à quelque distance derrière la feuille d'or. Ces atomes bleus sont donc plus petits que les autres, puisqu'ils passent où les autres ne peuvent passer. Mais je n'insiste pas sur les conséquences qu'on doit tirer de cette expérience, parce que cette couleur bleue, produite en apparence par la feuille d'or, peut tenir au phénomène des ombres bleues, dont je parlerai dans un des mémoires suivans.

comme faisant partie du globe, participe à cette chaleur obscure; et c'est par cette raison qu'étant obscure par elle-même, c'est-à-dire sans lumière, elle est encore obscure pour nous, parce que nous ne nous en apercevons par aucun de nos sens. Il en est de cette chaleur du globe comme de son mouvement : nous y sommes soumis, nous y participons, sans le sentir et sans nous en douter. De là il est arrivé que les physiciens ont porté d'abord toutes leurs vues, toutes leurs recherches, sur la chaleur du soleil, sans soupçonner qu'elle ne faisoit qu'une très-petite partie de celle que nous éprouvons réellement : mais, ayant fait des instrumens pour reconnoître la différence de chaleur immédiate des rayons du soleil en été, à celle de ces mêmes rayons en hiver, ils ont trouvé, avec étonnement, que cette chaleur solaire est en été soixante-six fois plus grande qu'en hiver dans notre climat, et que néanmoins la plus grande chaleur de notre été ne différoit que d'un septième du plus grand froid de notre hiver : d'où ils ont conclu, avec grande raison, qu'indépendamment de la chaleur que nous recevons du soleil, il en émane une autre du globe même de la terre, bien plus considérable, et dont celle du soleil n'est que le complément; en sorte qu'il est aujourd'hui démontré que cette chaleur qui s'échappe de l'intérieur de la terre, est dans notre climat au moins vingt-neuf fois en été, et quatre cents fois en hiver, plus grande que la chaleur qui nous vient du soleil : je dis au moins; car quelque exactitude que les physiciens, et en particulier M. de Mairan, aient apportée dans ces recherches, quelque précision qu'il aient pu mettre dans leurs observations et dans leur calcul, j'ai vu, en les examinant, que le résultat pouvoit en être porté plus haut[1].

Cette grande chaleur qui réside dans l'intérieur du globe, qui sans cesse en émane à l'extérieur, doit entrer comme élément dans la combinaison de tous les autres élémens. Si le soleil est le père de la nature, cette chaleur de la terre en est la mère, et toutes deux se réunissent pour produire, entretenir, animer les êtres organisés, et pour travailler, assimiler, composer les substances inanimées. Cette chaleur intérieure du globe, qui tend toujours du centre à la circonférence, et qui s'éloigne perpendiculairement de la surface de la terre, est, à mon avis, un grand agent dans la nature; l'on ne peut guère douter qu'elle n'ait la principale influence sur la perpendicularité

1. Les physiciens ont pris pour le degré du froid absolu 1000 degrés au dessous de la congélation : il falloit plutôt le supposer de 10,000 que de 1000; car quoique je sois très-persuadé qu'il n'existe rien d'absolu dans la nature, et que peut-être un froid de 10,000 degrés n'existe que dans les espaces les plus éloignés de tout le soleil, cependant, comme il s'agit ici de prendre pour unité le plus grand froid possible, je l'aurois au moins supposé plus grand que celui dont nous pouvons produire la moitié ou les trois cinquièmes; car on a produit artificiellement 592 degrés de froid à Pétersbourg le 6 janvier 1760, le froid naturel étant de 31 degrés au dessous de la congélation; et si l'on eût fait la même expérience en Sibérie, où le froid naturel est quelquefois de 70 degrés, on eût produit un froid de plus de 1000 degrés, car on a observé que le froid artificiel suivoit la même proportion que le froid naturel. Or, 31 : 592 : : 70 : 1336 24/31. Il seroit donc possible de produire en Sibérie un froid de 1336 degrés au dessous de la congélation; donc le plus grand degré de froid possible doit être supposé bien au delà de 1000 ou même de 1336 pour en faire l'unité à laquelle on rapporte les degrés de la chaleur tant solaire que terrestre, ce qui ne laissera pas d'en rendre la différence encore plus grande. — Une autre remarque que j'ai faite en examinant la construction de la table dans laquelle M. de Mairan donne les rapports de la chaleur des émanations du globe terrestre à ceux de la chaleur solaire pour tous les climats de la terre, c'est qu'il n'a pas pensé ou qu'il a négligé d'y faire entrer la considération de l'épaisseur du globe, plus grande sous l'équateur que sous les pôles. Cela, néanmoins, devroit être en compte, et auroit un peu changé les rapports qu'il donne pour chaque latitude. — Enfin une troisième remarque, et qui tient à la première, c'est qu'il dit (page 160) qu'ayant fait construire une machine qui étoit comme un extrait de mes miroirs brûlans, et ayant fait tomber la lumière réfléchie du soleil sur des thermomètres, il avoit toujours trouvé que si un miroir plan avoit fait monter la liqueur, par exemple, de 3 degrés, deux miroirs dont on réunissoit la lumière, la faisoient monter de 6 degrés, et trois miroirs de 9 degrés. Or, il est aisé de sentir que ceci ne peut pas être généralement vrai : car la grandeur des degrés du thermomètre n'est fondée que sur la division en mille parties, et sur la supposition que 1000 degrés au dessous de la congélation font le froid absolu : et comme il s'en faut bien que ce terme soit celui du plus grand froid possible, il est nécessaire qu'une augmentation de chaleur double ou triple par la réunion de deux ou trois miroirs, élève la liqueur à des hauteurs différentes de celle des degrés du thermomètre, selon que l'expérience sera faite dans un temps plus ou moins chaud; que celui où ces hauteurs s'accorderont le mieux ou différeront le moins, sera celui des jours chauds de l'été, et que les expériences ayant été faites sur la fin de mai, ce n'est que par hasard qu'elles ont donné le résultat des augmentations de chaleur par les miroirs, proportionnelles aux degrés de l'échelle du thermomètre. Mais j'abrège cette critique en renvoyant à ce que j'ai dit près de vingt ans avant ce mémoire de M. de Mairan, sur la construction d'un thermomètre réel, et sa graduation par le moyen de mes miroirs brûlans. Voyez les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1747.

de la tige des plantes, sur les phénomènes de l'électricité, dont la principale cause est le frottement ou mouvement en sens contraire, sur les effets du magnétisme, etc. Mais, comme je ne prétends pas faire ici un traité de physique, je me bornerai aux effets de cette chaleur sur les autres élémens. Elle suffit seule, elle est même bien plus grande qu'il ne faut pour maintenir la raréfaction de l'air au degré que nous respirons : elle est plus que suffisante pour entretenir l'eau dans son état de liquidité; car on a descendu des thermomètres jusqu'à cent vingt brasses de profondeur, et les retirant promptement, on a vu que la température de l'eau y étoit à très-peu près la même que dans l'intérieur de la terre à pareille profondeur, c'est-à-dire de dix degrés deux tiers; et comme l'eau la plus chaude monte toujours à la surface, et que le sel l'empêche de geler, on ne doit pas être surpris de ce qu'en général la mer ne gèle pas, et que les eaux douces ne gèlent que d'une certaine épaisseur, l'eau du fond restant toujours liquide, lors même qu'il fait le plus grand froid, et que les couches supérieures sont en glace de dix pieds d'épaisseur.

Mais la terre est celui de tous les élémens sur lequel la chaleur intérieure a dû produire et produit encore les plus grands effets. On ne peut pas douter, après les preuves que j'en ai données [1], que cette chaleur n'ait été originairement bien plus grande qu'elle ne l'est aujourd'hui; ainsi on doit lui rapporter, comme à la cause première, toutes les sublimations, précipitations, agrégations, séparations, en un mot, tous les mouvemens qui se sont faits et se font chaque jour dans l'intérieur du globe, et surtout dans la couche extérieure où nous avons pénétré, et dont la matière a été remuée par les agens de la nature, ou par les mains de l'homme; car, à une ou peut-être deux lieues de profondeur, on ne peut guère présumer qu'il y ait eu des conversions de matière, ni qu'il s'y fasse encore des changemens réels : toute la masse du globle ayant été fondue, liquéfiée par le feu, l'intérieur n'est qu'un verre ou concret ou discret, dont la substance simple ne peut recevoir aucune altération par la chaleur seule; il n'y a donc que la couche supérieure et superficielle qui, étant exposée à l'action des causes extérieures, aura subi toutes les modifications que ces causes réunies à celle de la chaleur intérieure auront pu produire par leur action combinée, c'est-à-dire toutes les modifications, toutes les différences, toutes les formes, en un mot, des substances minérales.

Le feu, qui ne paroît être, à la première vue, qu'un composé de chaleur et de lumière, ne seroit-il pas encore une modification de la matière qu'on doive considérer à part, quoiqu'elle ne diffère pas essentiellement de l'une ou de l'autre, et encore moins des deux prises ensemble? Le feu n'existe jamais sans chaleur, mais il peut exister sans lumière. On verra, par mes expériences, que la chaleur seule et dénuée de toute apparence de lumière peut produire les mêmes effets que le feu le plus violent. On voit aussi que la lumière seule, lorsqu'elle est réunie, produit les mêmes effets; elle semble porter en elle-même une substance qui n'a pas besoin d'aliment : le feu ne peut subsister, au contraire, qu'en absorbant de l'air, et il devient d'autant plus violent qu'il en absorbe davantage, tandis que la lumière concentrée et reçue dans un vase purgé d'air agit comme le feu dans l'air, et que la chaleur resserrée, retenue dans un espace clos, subsiste et même augmente avec une très-petite quantité d'alimens. La différence la plus générale entre le feu, la chaleur, et la lumière, me paroît donc consister dans la quantité, et peut-être dans la qualité de leurs alimens.

L'air est le premier aliment du feu; les matières combustibles ne sont que le second; j'entends par premier aliment celui qui est toujours nécessaire et sans lequel le feu ne pourroit faire aucun usage des autres. Des expériences connues de tous les physiciens nous démontrent qu'un petit point de feu, tel que celui d'une bougie placée dans un vase bien fermé, absorbe en peu de temps une grande quantité d'air, et qu'elle s'éteint aussitôt que la quantité ou la qualité de cet élément lui manque. D'autres expériences bien connues des chimistes prouvent que les matières les plus combustibles, telles que les charbons, ne se consument pas dans des vaisseaux bien clos, quoique exposés à l'action du plus grand feu. L'air est donc le premier, le véritable aliment du feu, et les matières combustibles ne peuvent lui en fournir que par le secours et la médiation de cet élément, dont il est nécessaire, avant d'aller plus loin, que nous considérions ici quelques propriétés.

Nous avons dit que toute fluidité avoit

1. Voyez, dans cet ouvrage, l'article de la formation des planètes, et les articles des *Époques de la nature*.

la chaleur pour cause; et en comparant quelques fluides ensemble, nous voyons qu'il faut beaucoup plus de chaleur pour tenir le fer en fusion que l'or, beaucoup plus pour y tenir l'or que l'étain, beaucoup moins pour y tenir la cire, beaucoup moins pour y tenir l'eau, encore beaucoup moins pour y tenir l'esprit de vin, et enfin successivement moins pour y tenir le mercure, puisqu'il ne perd sa fluidité qu'au cent quatre-vingt-septième degré au dessous de celui où l'eau perd la sienne. Cette matière, le mercure, seroit donc le plus fluide des corps, si l'air ne l'étoit encore plus. Or, que nous indique cette fluidité plus grande dans l'air que dans aucune matière? Il me semble qu'elle suppose le moindre degré possible d'adhérence entre ses parties constituantes; ce qu'on peut concevoir en les supposant de figure à ne pouvoir se toucher qu'en un point. On pourroit croire aussi qu'étant douées de si peu d'énergie apparente, et de si peu d'attraction mutuelle des unes vers les autres, elles sont, par cette raison, moins massives et plus légères que celles de tous les autres corps: mais cela me paroît démenti par la comparaison du mercure, le plus fluide des corps après l'air, et dont néanmoins les parties constituantes paroissent être plus massives et plus pesantes que celles de toutes les autres matières, à l'exception de l'or. La plus ou moins grande fluidité n'indique donc pas que les parties du fluide soient plus ou moins pesantes, mais seulement que leur adhérence est d'autant moindre, leur union d'autant moins intime, et leur séparation d'autant plus aisée. S'il faut mille degrés de chaleur pour entretenir la fluidité de l'eau, il n'en faudra peut-être qu'un pour maintenir celle de l'air.

L'air est donc, de toutes les matières connues, celle que la chaleur divise le plus facilement, celle dont les parties lui obéissent avec le moins de résistance, celle qu'elle met le plus aisément en mouvement expansif et contraire à celui de la force attractive. Ainsi l'air est tout près de la nature du feu, dont la principale propriété consiste dans ce mouvement expansif; et quoique l'air ne l'ait pas par lui-même, la plus petite particule de chaleur ou de feu suffisant pour le lui communiquer, on doit cesser d'être étonné de ce que l'air augmente si fort l'activité du feu, et de ce qu'il est si nécessaire à sa subsistance: car étant de toutes les substances celle qui prend le plus aisément le mouvement expansif, ce sera celle aussi que le feu entraînera, enlèvera de préférence à toute autre; ce sera celle qu'il s'appropriera le plus intimement, comme étant de la nature la plus voisine de la sienne; et par conséquent l'air doit être du feu l'adminicule le plus puissant, l'aliment le plus convenable, l'*ami* le plus intime et le plus nécessaire.

Les matières combustibles, que l'on regarde vulgairement comme les vrais alimens du feu, ne lui servent néanmoins, ne lui profitent en rien, dès qu'elles sont privées du secours de l'air: le feu le plus violent ne les consume pas, et même ne leur cause aucune altération sensible, au lieu qu'avec de l'air une seule étincelle de feu les embrase, et qu'à mesure qu'on fournit de l'air en plus ou moins grande quantité, le feu devient dans la même proportion plus vif, plus étendu, plus dévorant; de sorte qu'on peut mesurer la célérité ou la lenteur avec laquelle le feu consume les matières combustibles, par la quantité plus ou moins grande de l'air qu'on lui fournit. Ces matières ne sont donc pour le feu que des alimens secondaires, qu'il ne peut s'approprier par lui-même, et dont il ne peut faire usage qu'autant que l'air s'y mêlant, les rapproche de la nature du feu en les modifiant, et leur sert d'intermède pour les y réunir.

On pourra (ce me semble) concevoir clairement cette opération de la nature, en considérant que le feu ne réside pas dans les corps d'une manière fixe, qu'il n'y fait ordinairement qu'un séjour instantané; qu'étant toujours en mouvement expansif, il ne peut subsister dans cet état qu'avec les matières susceptibles de ce mouvement; que l'air s'y prêtant avec toute facilité, la somme de ce mouvement devient plus grande, l'action du feu plus vive, et que dès lors les parties les plus volatiles des matières combustibles, telles que les molécules aériennes, huileuses, etc., obéissant sans effort à ce mouvement expansif qui leur est communiqué, elles s'élèvent en vapeurs; que ces vapeurs se convertissent en flamme par le même secours de l'air extérieur; et qu'enfin, tant qu'il subsiste dans les corps combustibles quelques parties capables de recevoir, par le secours de l'air, ce mouvement d'expansion, elles ne cessent de s'en séparer pour suivre l'air et le feu dans leur route, et par conséquent se consumer en s'évaporant avec eux.

Il y a de certaines matières, telles que le phosphore artificiel, le pyrophore, la poudre à canon, qui paroissent à la première vue faire une exception à ce que je viens de

dire; car elles n'ont pas besoin, pour s'enflammer et se consumer en entier, du secours d'un air renouvelé : leur combustion peut s'opérer dans les vaisseaux les mieux fermés; mais c'est par la raison que ces matières, qu'on doit regarder comme les plus combustibles de toutes, contiennent dans leur substance tout l'air nécessaire à leur combustion. Leur feu produit d'abord cet air et le consume à l'instant; et comme il est en très-grande quantité dans ces matières, il suffit à leur pleine combustion, qui dès lors n'a pas besoin, comme toutes les autres, du secours d'un air étranger.

Cela semble nous indiquer que la différence la plus essentielle qu'il y ait entre les matières combustibles et celles qui ne le sont pas, c'est que celles-ci ne contiennent que peu ou point de ces matières légères, aériennes, huileuses, susceptibles du mouvement expansif, ou que si elles en contiennent, elles s'y trouvent fixées et retenues, en sorte que, quoique volatiles en elles-mêmes, elles ne peuvent exercer leur volatilité toutes les fois que la force du feu n'est pas assez grande pour surmonter la force d'adhésion qui les retient unies aux parties fixes de la matière. On peut même dire que cette induction, qui se tire immédiatement de mes principes, se trouve confirmée par un grand nombre d'observations bien connues des chimistes et des physiciens : mais ce qui paroît l'être moins, et qui cependant en est une conséquence nécessaire, c'est que toute matière pourra devenir volatile dès que l'homme pourra augmenter assez la force expansive du feu pour la rendre supérieure à la force attractive qui tient unies les parties de la matière que nous appelons fixes; car, d'une part, il s'en faut bien que nous ayons un feu aussi fort que nous pourrions l'avoir par des miroirs mieux conçus que ceux dont on s'est servi jusqu'à ce jour, et, d'autre côté, nous sommes assurés que la fixité n'est qu'une qualité relative, et qu'aucune matière n'est d'une fixité absolue ou invincible, puisque la chaleur dilate les corps les plus fixes. Or, cette dilatation n'est-elle pas l'indice d'un commencement de séparation qu'on augmente avec le degré de chaleur jusqu'à la fusion, et qu'avec une chaleur encore plus grande on augmenteroit jusqu'à la volatilisation?

La combustion suppose quelque chose de plus que la volatilisation : il suffit pour celle-ci que les parties de la matière soient assez divisées, assez séparées les unes des autres pour pouvoir être enlevées par celles de la chaleur; au lieu que, pour la combustion, il faut encore qu'elles soient d'une nature analogue à celle du feu; sans cela le mercure, qui est le plus fluide après l'air, seroit aussi le plus combustible, tandis que l'expérience nous démontre que, quoique très-volatil, il est incombustible. Or, quelle est donc l'analogie ou plutôt le rapport de nature que peuvent avoir les matières combustibles avec le feu? La matière, en général, est composée de quatre substances principales qu'on appelle *élémens :* la terre, l'eau, l'air, et le feu, entrent tous quatre en plus ou moins grande quantité dans la composition de toutes les matières particulières; celles où la terre et l'eau dominent seront fixes, et ne pourront devenir que volatiles, par l'action de la chaleur; celles, au contraire, qui contiennent beaucoup d'air et de feu, seront les seules vraiment combustibles. La grande difficulté qu'il y ait ici, c'est de concevoir nettement comment l'air et le feu, tous deux si volatils, peuvent se fixer et devenir parties constituantes de tous les corps : je dis de tous les corps; car nous prouverons que quoiqu'il y ait une plus grande quantité d'air et de feu fixes dans les matières combustibles, et qu'ils y soient combinés d'une manière différente que dans les autres matières, toutes néanmoins contiennent une quantité considérable de ces deux élémens, et que les matières les plus fixes et les moins combustibles sont celles qui retiennent ces élémens fugitifs avec le plus de force. Le fameux phlogistique des chimistes (être de leur méthode plutôt que de la nature) n'est pas un principe simple et identique, comme ils nous le présentent; c'est un composé, un produit de l'alliage, un résultat de la combinaison des deux élémens, de l'air et du feu fixés dans les corps. Sans nous arrêter donc sur les idées obscures et incomplètes que pourroit nous fournir la considération de cet être précaire, tenons-nous-en à celle de nos quatre élémens réels, auxquels les chimistes, avec tous leurs nouveaux principes, seront toujours forcés de revenir ultérieurement.

Nous voyons clairement que le feu, en absorbant de l'air, en détruit le ressort. Or, il n'y a que deux manières de détruire un ressort : la première, en le comprimant assez pour le rompre; la seconde, en l'étendant assez pour qu'il soit sans effet. Ce n'est pas de la première manière que le feu peut détruire le ressort de l'air, puisque le moindre degré de chaleur le raréfie, que cette raréfaction augmente avec elle, et que l'ex-

périence nous apprend qu'à une très-forte chaleur la raréfaction de l'air est si grande, qu'il occupe alors un espace treize fois plus étendu que celui de son volume ordinaire : le ressort dès lors en est d'autant plus foible; et c'est dans cet état qu'il peut devenir fixe et s'unir sans résistance sous cette nouvelle forme avec les autres corps. On entend bien que cet air transformé et fixé n'est point du tout le même que celui qui se trouve dispersé, disséminé dans la plupart des matières, et qui conserve dans leurs pores sa nature entière : celui-ci ne leur est que mélangé, et non pas uni; il ne leur tient que par une très-foible adhérence, au lieu que l'autre leur est si étroitement attaché, si intimement incorporé, que souvent on ne peut l'en séparer.

Nous voyons de même que la lumière, en tombant sur les corps, n'est pas, à beaucoup près, entièrement réfléchie, qu'il en reste en grande quantité dans la petite épaisseur de la surface qu'elle frappe; que par conséquent elle y perd son mouvement, s'y éteint, s'y fixe, et devient dès lors partie constituante de tout ce qu'elle pénètre. Ajoutez à cet air, à cette lumière, transformés et fixés dans les corps, et qui peuvent être en quantité variable; ajoutez-y, dis-je, la quantité constante du feu que toutes les matières, de quelque espèce que ce soit, possèdent également : cette quantité constante de feu ou de chaleur actuelle du globe de la terre, dont la somme est bien plus grande que celle de la chaleur qui nous vient du soleil, me paroît être non seulement un des grands ressorts du mécanisme de la nature, mais en même temps un élément dont toute la matière du globe est pénétrée; c'est le feu élémentaire, qui, quoique toujours en mouvement expansif, doit, par sa longue résidence dans la matiere, et par son choc contre ses parties fixes, s'unir, s'incorporer avec elles, et s'éteindre par parties comme le fait la lumière [1].

Si nous considérons plus particulièrement la nature des matieres combustibles, nous verrons que toutes proviennent originairement des végétaux, des animaux, des êtres, en un mot, qui sont placés à la surface du globe que le soleil éclaire, échauffe et vivifie : les bois, les charbons, les tourbes, les bitumes, les résines, les huiles, les graisses, les suifs, qui sont les vraies matières combustibles, puisque toutes les autres ne le sont qu'autant qu'elles en contiennent, ne proviennent-ils pas tous des corps organisés ou de leurs détrimens? Le bois, et même le charbon ordinaire, les graisses, les huiles par expression, la cire et le suif, ne sont que des substances extraites immédiatement des végétaux et des animaux; les tourbes, les charbons fossiles, les succins, les bitumes liquides ou concrets, sont des produits de leur mélange et de leur décomposition, dont les détrimens ultérieurs forment les soufres et les parties combustibles du fer, du zinc, des pyrites, et de tous les minéraux que l'on peut enflammer. Je sens que cette dernière assertion ne sera pas admise, et pourra même être rejetée, surtout par ceux qui n'ont étudié la nature que par la voie de la chimie : mais je les prie de considérer que leur méthode n'est pas celle de la nature; qu'elle ne pourra le devenir ou même s'en approcher qu'autant qu'elle s'accordera avec la saine physique, autant qu'on en bannira non seulement les expressions obscures et techniques, mais surtout les principes précaires, les êtres fictifs auxquels on fait jouer le plus grand rôle, sans néanmoins le connoître. Le soufre, *en chimie*, n'est que le composé de l'acide vitriolique et du phlogistique : quelle apparence y a-t-il donc qu'il puisse, comme les autres matières combustibles, tirer son origine du détriment des végétaux ou des animaux? A cela je réponds, même en admettant cette définition chimique, que l'acide vitriolique, et en général tous les acides, tous les alcalis, sont moins des substances de la nature que des produits de l'art. La nature forme des sels et du soufre; elle emploie à leur composition, comme à celle de toutes les autres substances, les quatre élémens : beaucoup de terre et d'eau, un peu d'air et de feu, entrent en quantité variable dans chaque différente substance saline; moins de terre et d'eau, et beaucoup plus d'air et de feu, semblent entrer dans la composition du soufre. Les sels et les soufres doivent donc être regardés comme des êtres de la nature dont on extrait, par le secours de l'art et de la chimie, et par le moyen du feu, les différens acides qu'ils contiennent; et puisque nous avons employé le feu, et par

1. Ceci même pourroit se prouver par une expérience, qui mériteroit d'être poussée plus loin. J'ai recueilli sur un miroir ardent par réflexion une assez forte chaleur sans aucune lumière, au moyen d'une plaque de tôle mise entre le brasier et le miroir; une partie de la chaleur s'est réfléchie au foyer du miroir, tandis que tout le reste de la chaleur l'a pénétré : mais je n'ai pu m'assurer si l'augmentation de chaleur dans la matière du miroir n'étoit pas aussi grande que s'il n'en eût pas réfléchi.

conséquent de l'air et des matières combustibles, pour extraire ces acides, pouvons-nous douter qu'ils n'aient retenu et qu'ils ne contiennent réellement des parties de matière combustible qui y seront entrées pendant l'extraction ?

Le phlogistique est encore bien moins que l'acide un être naturel ; ce ne seroit même qu'un être de raison, si on ne le regardoit pas comme un composé d'air et de feu devenu fixe et inhérent aux autres corps. Le soufre peut en effet contenir beaucoup de ce phlogistique, beaucoup aussi d'acide vitriolique ; mais il a, comme toute autre matière, et sa terre et son eau : d'ailleurs son origine indique qu'il faut une grande consommation de matières combustibles pour sa production ; il se trouve dans les volcans, et il semble que la nature ne le produise que par effort et par le moyen du plus grand feu. Tout concourt donc à nous prouver qu'il est de la même nature que les autres matières combustibles, et que par conséquent il tire, comme elles, sa première origine du détriment des êtres organisés.

Mais je vais plus loin : les acides eux-mêmes viennent en grande partie de la décomposition des substances animales ou végétales, et contiennent en conséquence des principes de la combustion. Prenons pour exemple le salpêtre : ne doit-il pas son origine à ces matières? n'est-il pas formé par la putréfaction des végétaux, ainsi que des urines et des excrémens des animaux ? Il me semble que l'expérience le démontre, puisqu'on ne cherche, on ne trouve le salpêtre que dans les habitations où l'homme et les animaux ont long-temps résidé; et puisqu'il est immédiatement formé du détriment des substances animales et végétales, ne doit-il pas contenir une prodigieuse quantité d'air et de feu fixes ? Aussi en contient-il beaucoup, et même beaucoup plus que le soufre, le charbon, l'huile, etc. Toutes ces matières combustibles ont besoin, comme nous l'avons dit, du secours de l'air pour brûler, et se consument d'autant plus vite, qu'elles en reçoivent en plus grande quantité. Le salpêtre n'en a pas besoin dès qu'il est mêlé avec quelques-unes de ces matières combustibles ; il semble porter en lui-même le réservoir de tout l'air nécessaire à sa combustion : en le faisant détonner lentement, on le voit souffler son propre feu comme le feroit un soufflet étranger ; en le renfermant le plus étroitement, son feu, loin de s'éteindre, n'en prend que plus de force, et produit les explosions terribles sur lesquelles sont fondés nos arts meurtriers. Cette combustion si prompte est en même temps si complète, qu'il ne reste presque rien après l'inflammation, tandis que toutes les autres matières enflammées laissent des cendres ou d'autres résidus qui démontrent que leur combustion n'est pas entière, ou, ce qui revient au même, qu'elles contiennent un assez grand nombre de parties fixes, qui ne peuvent ni se brûler, ni même se volatiliser. On peut de même démontrer que l'acide vitriolique contient aussi beaucoup d'air et de feu fixes, quoique en moindre quantité que l'acide nitreux ; et dès lors il tire, comme celui-ci, son origine de la même source, et le soufre, dans la composition duquel cet acide entre si abondamment, tire des animaux et des végétaux tous les principes de sa combustibilité.

Le phosphore artificiel, qui est le premier dans l'ordre des matières combustibles, et dont l'acide est différent de l'acide nitreux et de l'acide vitriolique, ne se tire aussi que du règne animal, ou, si l'on veut, en partie du règne végétal élaboré dans les animaux, c'est-à-dire des deux sources de toute matière combustible. Le phosphore s'enflamme de lui-même, c'est-à-dire sans communication de matière ignée, sans frottement, sans autre addition que celle du contact de l'air : autre preuve de la nécessité de cet élément pour la combustion même d'une matière qui ne paroît être composée que du feu. Nous démontrerons dans la suite que l'air est contenu dans l'eau sous une forme moyenne, entre l'état d'élasticité et celui de fixité. Le feu paroît être dans le phosphore à peu près dans ce même état moyen ; car de même que l'air se dégage de l'eau dès que l'on diminue la pression de l'atmosphère, le feu se dégage du phosphore lorsqu'on fait cesser la pression de l'eau, où l'on est obligé de le tenir submergé pour pouvoir le garder et empêcher son feu de s'exalter. Le phosphore semble contenir cet élément sous une forme obscure et condensée, et il paroît être pour le feu obscur ce qu'est le miroir ardent pour le feu lumineux, c'est-à-dire un moyen de condensation.

Mais sans nous soutenir plus long-temps à la hauteur de ces considérations générales, auxquelles je pourrai revenir lorsqu'il sera nécessaire, suivons d'une manière plus directe et plus particulière l'examen du feu ; tâchons de saisir ses effets, et de les

présenter sous un point de vue plus fixe qu'on ne l'a fait jusqu'ici.

L'action du feu sur les différentes substances dépend beaucoup de la manière dont on l'applique; et le produit de son action sur une même substance paroîtra différent selon la façon dont il est administré. J'ai pensé qu'on devoit considérer le feu dans trois états différens : le premier, relatif à sa vitesse; le second, à son volume; et le troisième à sa masse. Sous chacun de ces points de vue, cet élément si simple, si uniforme en apparence, paroîtra, pour ainsi dire, un élément différent. On augmente la vitesse du feu sans en augmenter le volume apparent, toutes les fois que, dans un espace donné et rempli de matières combustibles, on presse l'action et le développement du feu en augmentant la vitesse de l'air par des soufflets, des trompes, des ventilateurs, des tuyaux d'aspiration, etc., qui tous accélèrent plus ou moins la rapidité de l'air dirigé sur le feu : ce qui comprend, comme l'on voit, tous les instrumens, tous les fourneaux à vent, depuis les grands fourneaux de forges jusqu'à la lampe des émailleurs.

On augmente l'action du feu par son volume toutes les fois qu'on accumule une grande quantité de matières combustibles, et qu'on en fait rouler la chaleur et la flamme dans les fourneaux de réverbère : ce qui comprend, comme l'on sait, les fourneaux de nos manufactures de glaces, de cristal, de verre, de porcelaine, de poterie, et aussi ceux où l'on fond tous les métaux et les minéraux, à l'exception du fer. Le feu agit ici par son volume, et n'a que sa propre vitesse, puisqu'on n'en augmente pas la rapidité par les soufflets ou d'autres instrumens qui portent l'air sur le feu. Il est vrai que la forme des *tisards*, c'est-à-dire des ouvertures principales par où ces fourneaux tirent l'air, contribue à l'attirer plus puissamment qu'il ne le seroit en espace libre; mais cette augmentation de vitesse est très-peu considérable en comparaison de la grande rapidité que lui donnent les soufflets. Par ce dernier procédé on accélère l'action du feu, qu'on aiguise par l'air autant qu'il est possible; par l'autre procédé, on l'augmente en concentrant sa flamme en grand volume.

Il y a, comme l'on voit, plusieurs moyens d'augmenter l'action du feu, soit qu'on veuille le faire agir par sa vitesse ou par son volume : mais il n'y en a qu'un seul par lequel on puisse augmenter sa masse; c'est de le réunir au foyer d'un miroir ardent. Lorsqu'on reçoit sur un miroir réfringent ou réflexif les rayons du soleil, ou même ceux d'un feu bien allumé, on les réunit dans un espace d'autant moindre, que le miroir est plus grand et le foyer plus court. Par exemple, avec un miroir de quatre pieds de diamètre et d'un pouce de foyer, il est clair que la quantité de lumière ou de feu qui tombe sur le miroir de quatre pieds se trouvant réunie dans l'espace d'un pouce, seroit deux mille trois cent quatre fois plus dense qu'elle ne l'étoit, si toute la matière incidente arrivoit sans perte à ce foyer. Nous verrons ailleurs ce qui s'en perd effectivement; mais il nous suffit ici de faire sentir que quand même cette perte seroit des deux tiers ou des trois quarts, la masse du feu concentré au foyer de ce miroir sera toujours six ou sept cents fois plus dense qu'elle ne l'étoit à la surface du miroir. Ici, comme dans tous les autres cas, la masse accroît par la contraction du volume, et le feu dont on augmente ainsi la densité a toutes les propriétés d'une masse de matière; car indépendamment de l'action de la chaleur par laquelle il pénètre les corps, il les pousse et les déplace comme le feroit un corps solide en mouvement qui en choqueroit un autre. On pourra donc augmenter par ce moyen la densité ou la masse du feu d'autant plus qu'on perfectionnera davantage la construction des miroirs ardens.

Or, chacune de ces trois manières d'administrer le feu et d'en augmenter ou la vitesse, ou le volume, ou la masse, produit sur les mêmes substances des effets souvent très-différens : on calcine par l'un de ces moyens ce que l'on fond par l'autre; on volatilise par le dernier ce qui paroît réfractaire au premier : en sorte que la même matière donne des résultats si peu semblables, qu'on ne peut compter sur rien, à moins qu'on ne la travaille en même temps ou successivement par ces trois moyens ou procédés que nous venons d'indiquer; ce qui est une route plus longue, mais la seule qui puisse nous conduire à la connoissance exacte de tous les rapports que les diverses substances peuvent avoir avec l'élément du feu. Et de la même manière que je divise en trois procédés généraux l'administration de cet élément, je divise de même en trois classes toutes les matières que l'on peut soumettre à son action. Je mets à part, pour un moment, celles qui sont purement combustibles, et qui proviennent immédiatement des animaux et des végétaux, et je divise

toutes les matières minérales en trois classes relativement à l'action du feu: la première est celle des matières que cette action longtemps continuée rend plus légères, comme le fer; la seconde, celle des matières que cette même action du feu rend plus pesantes, comme le plomb; et la troisième classe est celle des matières sur lesquelles, comme sur l'or, cette action du feu ne paroît produire aucun effet sensible, puisqu'elle n'altère point leur pesanteur. Toutes les matières existantes et possibles, c'est-à-dire toutes les substances simples et composées, seront nécessairement comprises dans l'une de ces trois classes. Ces expériences par les trois procédés, qui ne sont pas difficiles à faire, et qui ne demandent que de l'exactitude et du temps, pourroient nous découvrir plusieurs choses utiles, et seroient très-nécessaires pour fonder sur des principes réels la théorie de la chimie: cette belle science, jusqu'à nos jours, n'a porté que sur une nomenclature précaire, et sur des mots d'autant plus vagues qu'ils sont plus généraux. Le feu étant, pour ainsi dire, le seul instrument de cet art, et sa nature n'étant point connue, non plus que ses rapports avec les autres corps, on ne sait ni ce qu'il y met ni ce qu'il en ôte; on travaille donc à l'aveugle, et l'on ne peut arriver qu'à des résultats obscurs, que l'on rend encore plus obscurs en les érigeant en principes. Le phlogistique, le minéralisateur, l'acide, l'alcali, etc., ne sont que des termes créés par la méthode, dont les définitions sont adoptées par convention, et ne répondent à aucune idée claire et précise, ni même à aucun être réel. Tant que nous ne connoîtrons pas mieux la nature du feu, tant que nous ignorerons ce qu'il ôte ou donne aux matières qu'on soumet à son action, il ne sera pas possible de prononcer sur la nature de ces mêmes matières d'après les opérations de la chimie, puisque chaque matière à laquelle le feu ôte ou donne quelque chose n'est plus la substance simple que l'on voudroit connoître, mais une matière composée et mélangée, ou dénaturée et changée par l'addition ou la soustraction d'autres matières que le feu en enlève ou y fait entrer.

Prenons pour exemple de cette addition et de cette soustraction le plomb et le marbre. Par la simple calcination l'on augmente le poids du plomb de près d'un quart, et l'on diminue celui du marbre de près de moitié: il y a donc un quart de matière inconnue que le feu donne au premier, et une moitié d'autre matière également inconnue qu'il enlève au second. Tous les raisonnemens de la chimie ne nous ont pas démontré jusqu'ici ce que c'est que cette matière donnée ou enlevée par le feu, et il est évident que lorsqu'on travaille sur le plomb et sur le marbre après leur calcination, ce ne sont plus ces matières simples que l'on traite, mais d'autres matières dénaturées et composées par l'action du feu. Ne seroit-il donc pas nécessaire, avant tout, de procéder d'après les vues que je viens d'indiquer, de voir d'abord sous un même coup d'œil toutes les matières que le feu ne change ni n'altère, ensuite celles que le feu détruit ou diminue, et enfin celles qu'il augmente et compose en s'incorporant avec elles?

Mais examinons de plus près la nature du feu considéré en lui-même. Puisque c'est une substance matérielle, il doit être sujet à la loi générale, à laquelle toute matière est soumise. Il est le moins pesant de tous les corps, mais cependant il pèse; et quoique ce que nous avons dit précédemment suffise pour le prouver évidemment, nous le démontrerons encore par des expériences palpables, et que tout le monde sera en état de répéter aisément. On pourroit d'abord soupçonner, par la pesanteur réciproque des astres, que le feu en grande masse est pesant, ainsi que toute matière; car les astres qui sont lumineux comme le soleil, dont toute la substance paroît être de feu, n'en exercent pas moins leur force d'attraction à l'égard des astres qui ne le sont pas: mais nous démontrerons que le feu même en très-petit volume est réellement pesant; qu'il obéit, comme toute autre matière, à la loi générale de la pesanteur, et que par conséquent il doit avoir de même des rapports d'affinité avec les autres corps, en avoir plus ou moins avec telle ou telle substance, et n'en avoir que peu ou point du tout avec beaucoup d'autres. Toutes celles qu'il rendra plus pesantes, comme le plomb, seront celles avec lesquelles il aura le plus d'affinité; et en le supposant appliqué au même degré et pendant un temps égal, celles de ces matières qui gagneront le plus en pesanteur seront aussi celles avec lesquelles cette affinité sera la plus grande. Un des effets de cette affinité dans chaque matière est de retenir la substance même du feu et de se l'incorporer; et cette incorporation suppose que non seulement le feu perd sa chaleur et son élasticité, mais même tout son mouvement, puisqu'il se fixe dans ces corps et en devient partie constituante. Il

y a donc lieu de croire qu'il en est du feu comme de l'air, qui se trouve sous une forme fixe et concrète dans presque tous les corps; et l'on peut espérer qu'à l'exemple du docteur Hales [1], qui a su dégager cet air fixé dans tous les corps et en évaluer la quantité, il viendra quelque jour un physicien habile qui trouvera les moyens de distraire le feu de toutes les matières où il se trouve sous une forme fixe : mais il faut auparavant faire la table de ces matières, en établissant par l'expérience les différens rapports entre lesquels le feu se combine avec toutes les substances qui lui sont analogues, et se fixe en plus ou moins grande quantité, selon que ces substances ont plus ou moins de force pour le retenir.

Car il est évident que toutes les matières dont la pesanteur augmente par l'action du feu sont douées d'une force attractive, telle que son effet est supérieur à celui de la force expansive dont les particules du feu sont animées, puisque celle-ci s'amortit et s'éteint, que son mouvement cesse, et que d'élastiques et fugitives qu'étoient ces particules ignées, elles deviennent fixes, solides, et prennent une forme concrète. Ainsi les matières qui augmentent de poids par le feu, comme l'étain, le plomb, les fleurs de zinc, etc., et toutes les autres qu'on pourra découvrir, sont des substances qui, par leur affinité avec le feu, l'attirent et se l'incorporent. Toutes les matières, au contraire, qui, comme le fer, le cuivre, etc., deviennent plus légères à mesure qu'on les calcine, sont des substances dont la force attractive, relativement aux particules ignées, est moindre que la force expansive du feu; et c'est ce qui fait que le feu, au lieu de se fixer dans ces matières, en enleve, au contraire, et en chasse les parties les moins liées, qui ne peuvent résister à son impulsion. Enfin celles qui, comme l'or, le platine, l'argent, le grès, etc., ne perdent ni n'acquièrent par l'application du feu, et qu'il ne fait, pour ainsi dire, que traverser sans en rien enlever et sans y rien laisser, sont des substances qui, n'ayant aucune affinité avec le feu, et ne pouvant se joindre avec lui, ne peuvent par conséquent ni le retenir ni l'accompagner en se laissant enlever. Il est évident que les matières des deux premières classes ont avec le feu un certain degré d'affinité, puisque celles de la seconde classe se chargent du feu qu'elles retiennent, et que le feu se charge de celles de la première classe et qu'il les emporte, au lieu que les matières de la troisième classe, auxquelles il ne donne ni n'ôte rien, n'ont aucun rapport d'affinité ou d'attraction avec lui, et sont, pour ainsi dire, indifférentes à son action, qui ne peut ni les dénaturer ni même les altérer.

Cette division de toutes les matières en trois classes relatives à l'action du feu, n'exclut pas la division plus particulière et moins absolue de toutes les matières en deux autres classes, qu'on a jusqu'ici regardées comme relatives à leur propre nature qui, dit-on, est toujours vitrescible ou calcaire. Notre nouvelle division n'est qu'un point de vue plus élevé, sous lequel il faut les considérer pour tâcher d'en déduire la connoissance même de l'agent qu'on emploie par les différens rapports que le feu peut avoir avec toutes les substances auxquelles on l'applique. Faute de comparer ou de combiner ces rapports, ainsi que les moyens qu'on emploie pour appliquer le feu, je vois qu'on tombe tous les jours dans des contradictions apparentes, et même dans des erreurs très-préjudiciables [2].

1. Le phosphore, qui n'est, pour ainsi dire, qu'une matière ignée, une substance qui conserve et condense le feu, seroit le premier objet des expériences qu'il faudroit faire pour traiter le feu comme M. Hales a traité l'air, et le premier instrument qu'il faudroit employer pour ce nouvel art.

2. Je vais en donner un exemple récent. Deux habiles chimistes (MM. Pott et d'Arcet) ont soumis un grand nombre de substances à l'action du feu. Le premier s'est servi d'un fourneau que je suis étonné que le second n'ait point entendu, puisque rien ne m'a paru si clair dans tout l'ouvrage de M. Pott, et qu'il ne faut qu'un coup d'œil sur la planche gravée de ce fourneau, pour reconnoître que, par sa construction, il peut, quoique sans soufflets, faire à peu près autant d'effet que s'il en étoit garni; car au moyen de longs tuyaux qui sont adaptés au fourneau par le haut et par le bas, l'air y arrive et circule avec une rapidité d'autant plus grande que les tuyaux sont mieux proportionnés : ce sont des soufflets constans, et dont on peut augmenter l'effet à volonté. Cette construction est si bonne et si simple, que je ne puis concevoir que M. d'Arcet dise « que ce fourneau est un problème pour lui.... qu'il est persuadé que M. Pott « a dû se servir de soufflets, etc., » tandis qu'il est évident que son fourneau équivaut, par sa construction, à l'action des soufflets, et que par conséquent il n'avoit pas besoin d'y avoir recours; que d'ailleurs ce fourneau est encore exempt du vice que M. d'Arcet reproche aux soufflets, dont il a raison de dire « que l'action alterne, sans cesse « renaissante et expirante, jette du trouble et de « l'inégalité sur celle du feu; » ce qui ne peut arriver ici, puisque, par la construction du fourneau, l'on voit évidemment que le renouvellement de l'air est constant, et que son action ne renaît ni n'expire, mais est continue et toujours uniforme. Ainsi M. Pott a employé l'un des moyens dont on se doit servir pour appliquer le feu, c'est-à-dire

On pourroit donc dire, avec les naturalistes, que tout est vitrescible dans la nature, à l'exception de ce qui est calcaire; que les quarz, les cristaux, les pierres précieuses, les cailloux, les grès, les granites, porphyres, agates, ardoises, gypses, argiles, les pierres ponces, les laves, les amiantes avec tous les métaux et autres minéraux, sont vitrifiables par le feu de nos fourneaux, ou par celui des miroirs ardens, tandis que

un moyen par lequel, comme par les soufflets, on augmente la vitesse du feu, en le pressant incessamment par un air toujours renouvelé; et toutes les fusions qu'il a faites par ce moyen, et dont j'ai répété quelques-unes, comme celles du grès, du quarz, etc., sont très-réelles, quoique M. d'Arcet les nie: car pourquoi les nie-t-il? c'est que de son côté, au lieu d'employer, comme M. Pott, le premier de nos procédés généraux, c'est-à-dire le feu par sa vitesse accélérée autant qu'il est possible par le mouvement rapide de l'air, moyen par lequel il eût obtenu les mêmes résultats, il s'est servi du second procédé, et n'a employé que le feu en grand volume dans un fourneau, sans soufflets ou sans équivalent, dans lequel, par conséquent, le feu ne devoit pas produire les mêmes effets, mais devoit en donner d'autres, que, par la même raison, le premier procédé ne pouvoit pas produire. Ainsi les contradictions entre les résultats de ces deux habiles chimistes ne sont qu'apparentes et fondées sur deux erreurs évidentes: la première consiste à croire que le feu le plus violent est celui qui est en plus grand volume; et la seconde, que l'on doit obtenir du feu violent les mêmes résultats, de quelque manière qu'on l'applique: cependant ces deux idées sont fausses. La considération des vérités contraires est encore une des premières pierres qu'il faudroit poser aux fondemens de la chimie; car ne seroit-il pas très-nécessaire avant tout, et pour éviter de pareilles contradictions à l'avenir, que les chimistes ne perdissent point de vue qu'il y a trois moyens généraux, et très-différens l'un de l'autre, d'appliquer le feu violent? Le premier, comme je l'ai dit, par lequel on n'emploie qu'un petit volume de feu, mais que l'on agite, aiguise, exalte au plus haut degré par la vitesse de l'air, soit par des soufflets, soit par un fourneau semblable à celui de M. Pott, qui tire l'air avec rapidité: on voit, par l'effet de la lampe d'émailleur, qu'avec une quantité de feu presque infiniment petite, on fait de plus grands effets en petit que le fourneau de verrerie ne peut en faire en grand. Le second moyen est d'appliquer le feu, non pas en petit, mais en très-grande quantité, comme on le fait dans les fourneaux de porcelaine et de verrerie, où le feu n'est fort que par son volume, où son action est tranquille, et n'est pas exaltée par un renouvellement très-rapide de l'air. Le troisième moyen est d'appliquer le feu en très-petit volume, mais en augmentant sa masse et son intensité au point de le rendre plus fort que par le second moyen, et plus violent que par le premier; et ce moyen de concentrer le feu et d'en augmenter la masse par les miroirs ardens, est encore le plus puissant de tous.

Or, chacun de ces trois moyens doit fournir un certain nombre de résultats différens: si, par le premier moyen, on fond et vitrifie telles et telles matières, il est très-possible que, par le second moyen, on ne puisse vitrifier ces mêmes matières, et qu'au contraire on en puisse fondre d'autres qui n'ont pu l'être par le premier moyen; et enfin il est tout aussi possible que, par le troisième moyen, on obtienne encore plusieurs résultats semblables ou différens de ceux qu'ont fournis les deux premiers moyens. Dès lors un chimiste qui, comme M. Pott, n'emploie que le premier moyen, doit se borner à donner les résultats fournis par ce moyen; faire, comme il l'a fait, l'énumération des matières qu'il a fondues, mais ne pas prononcer sur la non-fusibilité des autres, parce qu'elles peuvent l'être par le second ou le troisième moyen; enfin ne pas dire affirmativement et exclusivement, en parlant de son fourneau, « qu'en une heure de temps, ou « deux au plus, il met en fonte tout ce qui est « fusible dans la nature. » Et, par la même raison, un autre chimiste qui, comme M. d'Arcet, ne s'est servi que du second moyen, tombe dans l'erreur, s'il se croit en contradiction avec celui qui ne s'est servi que du premier moyen, et cela parce qu'il n'a pu fondre plusieurs matières que l'autre a fait couler, et qu'au contraire il a mis en fusion d'autres matières que le premier n'avoit pu fondre; car si l'un ou l'autre se fût avisé d'employer successivement les deux moyens, il auroit bien senti qu'il n'étoit point en contradiction avec lui-même, et que la différence des résultats ne provenoit que de la différence des moyens employés. Que résulte-t-il donc de réel de tout ceci, sinon qu'il faut ajouter à la liste des matières fondues par M. Pott, celles de M. d'Arcet, et se souvenir seulement que, pour fondre les premières, il faut le premier moyen, et le second pour fondre les autres? Il n'y a par conséquent aucune contradiction entre les expériences de M. Pott et celles de M. d'Arcet, que je crois également bonnes: mais tous deux, après cette conciliation, auroient encore tort de conclure qu'ils ont fondu par ces deux moyens tout ce qui est fusible dans la nature, puisque l'on peut démontrer que par le troisième moyen, c'est-à-dire par les miroirs ardens, on fond et vitrifie, on volatilise, et même on brûle quelques matières qui leur ont également paru fixes et réfractaires au feu de leurs fourneaux. Je ne m'arrêterai pas sur plusieurs choses de détail, qui cependant mériteroient animadversion, parce qu'il est toujours utile de ne pas laisser germer des idées erronées ou des faits mal vus, et dont on peut tirer de fausses conséquences. M. d'Arcet dit qu'il a remarqué constamment que la flamme fait plus d'effet que le feu de charbon. Oui, sans doute, si ce feu n'est pas excité par le vent; mais toutes les fois que le charbon ardent sera vitrifié par un air rapide, il y aura de la flamme qui sera plus active et produira de bien plus grands effets que la flamme tranquille. De même, lorsqu'il dit que les fourneaux donnent de la chaleur en raison de leur épaisseur, cela ne peut être vrai que dans le seul cas où les fourneaux étant supposés égaux, le feu qu'ils contiennent seroit en même temps animé par deux courans d'air égaux en volume et en rapidité. La violence du feu dépend presque en entier de cette rapidité du courant de l'air qui l'anime; je puis le démontrer par ma propre expérience: j'ai vu le grès, que M. d'Arcet croit infusible, couler et se couvrir d'émail par le moyen de deux bons soufflets, mais sans le secours d'aucun fourneau et à feu ouvert. L'effet des fourneaux épais n'est pas d'augmenter la chaleur, mais de la conserver; et ils la conservent d'autant plus long-temps qu'ils sont plus épais.

les marbres, les albâtres, les pierres, les craies, les marnes, et les autres substances qui proviennent du détriment des coquilles et des madrépores, ne peuvent se réduire en fusion par ces moyens. Cependant je suis persuadé que si l'on vient à bout d'augmenter encore la force des fourneaux, et surtout la puissance des miroirs ardens, on arrivera au point de faire fondre ces matières calcaires qui paroissent être d'une nature différente de celle des autres; puisqu'il y a mille et mille raisons de croire qu'au fond leur substance est la même, et que le verre est la base commune de toutes les matières terrestres.

Par les expériences que j'ai pu faire moi-même pour comparer la force du feu, selon qu'on emploie, ou sa vitesse, ou son volume, ou sa masse, j'ai trouvé que le feu des plus grands et des plus puissans fourneaux de verrerie n'est qu'un feu foible en comparaison de celui des fourneaux à soufflets, et que le feu produit au foyer d'un bon miroir ardent est encore plus fort que celui des plus grands fourneaux de forge. J'ai tenu pendant trente-six heures, dans l'endroit le plus chaud du fourneau de Rouelle, en Bourgogne, où l'on fait des glaces aussi grandes et aussi belles qu'à Saint-Gobin en Picardie, et où le feu est aussi violent; j'ai tenu, dis-je, pendant trente-six heures à ce feu, de la mine de fer, sans qu'elle se soit fondue, ni agglutinée, ni même altérée en aucune manière, tandis qu'en moins de douze heures cette mine coule en fonte dans les fourneaux de ma forge : ainsi ce dernier feu est bien supérieur à l'autre. De même, j'ai fondu ou volatilisé au miroir ardent plusieurs matières que ni le feu des fourneaux de réverbère, ni celui des plus puissans soufflets n'avoient pu fondre, et je me suis convaincu que ce dernier moyen est le plus puissant de tous. Mais je renvoie à la partie expérimentale de mon ouvrage le détail de ces expériences importantes, dont je me contente d'indiquer ici le résultat général.

On croit vulgairement que la flamme est la partie la plus chaude du feu : cependant rien n'est plus mal fondé que cette opinion; car on peut démontrer le contraire par les expériences les plus aisées et les plus familières. Présentez à un feu de paille ou même à la flamme d'un fagot qu'on vient d'allumer un linge pour le sécher ou le chauffer; il vous faudra le double et le triple du temps pour lui donner le degré de sécheresse ou de chaleur que vous lui donnerez en l'exposant à un brasier sans flamme, ou même à un poêle bien chaud. La flamme a été très-bien caractérisée par Newton, lorsqu'il l'a définie une fumée brûlante (*flamma est fumus candens*), et cette fumée ou vapeur qui brûle n'a jamais la même quantité, la même intensité de chaleur que le corps combustible duquel elle s'échappe; seulement, en s'élevant et s'étendant au loin, elle a la propriété de communiquer le feu, et de le porter plus loin que ne s'étend la chaleur du brasier, qui seule ne suffiroit pas pour le communiquer même de près.

Cette communication du feu mérite une attention particulière. J'ai vu, après y avoir réfléchi, que, pour la bien entendre, il falloit s'aider non seulement des faits qui paroissent y avoir rapport, mais encore de quelques expériences nouvelles, dont le succès ne me paroît laisser aucun doute sur la manière dont se fait cette opération de la nature. Qu'on reçoive dans un moule deux ou trois milliers de fer au sortir du fourneau, ce métal perd en peu de temps son incandescence, et cesse d'être rouge après une heure ou deux, suivant l'épaisseur plus ou moins grande du lingot. Si, dans le moment qu'il cesse de nous paroître rouge, on le tire du moule, les parties inférieures seront encore rouges, mais perdront cette couleur en peu de temps. Or, tant que le rouge subsiste, on pourra enflammer, allumer les matières combustibles qu'on appliquera sur ce lingot : mais, dès qu'il a perdu cet état d'incandescence, il y a des matières en grand nombre qu'il ne peut plus enflammer; et cependant la chaleur qu'il répand est peut-être cent fois plus grande que celle d'un feu de paille qui néanmoins communiqueroit l'inflammation à toutes ces matières. Cela m'a fait penser que la flamme étant nécessaire à la communication du feu, il y avoit de la flamme dans toute incandescence; la couleur rouge semble en effet nous l'indiquer : mais, par l'habitude où l'on est de ne regarder comme flamme que cette matière légère qu'agite et qu'emporte l'air, on n'a pas pensé qu'il pouvoit y avoir de la flamme assez dense pour ne pas obéir, comme la flamme commune, à l'impulsion de l'air; et c'est ce que j'ai voulu vérifier par quelques expériences, en approchant, par degrés de ligne et de demi-ligne, des matières combustibles près de la surface du métal en incandescence et dans l'état qui suit l'incandescence.

Je suis donc convaincu que les matières incombustibles, et même les plus fixes, telles

que l'or et l'argent, sont, dans l'état d'incandescence, environnées d'une flamme dense qui ne s'étend qu'à une très-petite distance, et qui, pour ainsi dire, est attachée à leur surface ; et je conçois aisément que quand la flamme devient dense à un certain degré, elle cesse d'obéir à la fluctuation de l'air. Cette couleur blanche ou rouge qui sort de tous les corps en incandescence et vient frapper nos yeux est l'évaporation de cette flamme dense qui environne le corps en se renouvelant incessamment à sa surface ; et la lumière du soleil même n'est-elle pas l'évaporation de cette flamme dense dont brille sa surface avec si grand éclat? cette lumière ne produit-elle pas, lorsqu'on la condense, les mêmes effets que la flamme la plus vive ? ne communique-t-elle pas le feu avec autant de promptitude et d'énergie ? ne résiste-t-elle pas, comme notre flamme dense, à l'impulsion de l'air? ne suit-elle pas toujours une route directe, que le mouvement de l'air ne peut ni contrarier, ni changer, puisqu'en soufflant, comme je l'ai éprouvé, avec un fort soufflet, sur le cône lumineux d'un miroir ardent, on ne diminue point du tout l'action de la lumière dont il est composé, et qu'on doit la regarder comme une vraie flamme plus pure et plus dense que toutes les flammes de nos matières combustibles?

C'est donc par la lumière que le feu se communique, et la chaleur seule ne peut produire le même effet que quand elle devient assez forte pour être lumineuse. Les métaux, les cailloux, les grès, les briques, les pierres calcaires, quel que puisse être leur degré différent de chaleur, ne pourront enflammer deux corps que quand ils seront devenus lumineux. L'eau elle-même, cet élément destructeur du feu, et par lequel seul nous pouvons en empêcher la communication, le communique néanmoins, lorsque, dans un vaisseau bien fermé, tel que celui de la marmite de *Papin*[1], on la pénètre d'une assez grande quantité de feu pour la rendre lumineuse, et capable de fondre le plomb et l'étain; tandis que, quand elle n'est que bouillante, loin de propager et de communiquer le feu, elle l'éteint sur-le-champ. Il est vrai que la chaleur seule suffit pour préparer et disposer les corps combustibles à l'inflammation, et les autres à l'incandescence; la chaleur chasse des corps toutes les parties humides, c'est-à-dire de l'eau, qui, de toutes les matières, est celle qui s'oppose le plus à l'action du feu; et ce qui est remarquable, c'est que cette même chaleur qui dilate tous les corps ne laisse pas de les durcir en les séchant : je l'ai reconnu cent fois, en examinant les pierres de mes grands fourneaux, surtout les pierres calcaires; elles prennent une augmentation de dureté, proportionnée au temps qu'elles ont éprouvé la chaleur : celles, par exemple, des parois extérieures du fourneau, et qui ont reçu sans interruption, pendant cinq ou six mois de suite, quatre-vingts ou quatre-vingt-cinq degrés de chaleur constante, deviennent si dures, qu'on a de la peine à les entamer avec les instrumens ordinaires du tailleur de pierres; on diroit qu'elles ont changé de qualité, quoique néanmoins elles la conservent à tous autres égards; car ces mêmes pierres n'en font pas moins de la chaux comme les autres, lorsqu'on leur applique le degré de feu nécessaire à cette opération.

Ces pierres, devenues dures par la longue chaleur qu'elles ont éprouvée, deviennent en même temps spécifiquement plus pesantes ; de là, j'ai cru devoir tirer une induction qui prouve, et même confirme pleinement que la chaleur, quoique en apparence toujours fugitive et jamais stable dans les corps qu'elle pénètre, et dont elle semble constamment s'efforcer de sortir, y dépose néanmoins d'une manière très-stable beaucoup de parties qui s'y fixent, et remplacent, en quantité même plus grande, les parties aqueuses et autres qu'elle en a chassées. Mais ce qui paroît contraire, ou du moins très-difficile à concilier ici, c'est que cette même pierre calcaire qui devient spécifiquement plus pesante par l'action d'une chaleur modérée, long-temps continuée, devient tout à coup plus légère de près d'une moitié de son poids, dès qu'on la soumet au grand feu nécessaire à sa calcination, et qu'elle perd en même temps non seulement toute la dureté qu'elle avoit acquise par l'action de la simple chaleur, mais même sa dureté naturelle, c'est-à-dire la cohérence de ses parties constituantes; effet singulier, dont je renvoie l'explication à l'article suivant où je traiterai de l'air, de l'eau et de la terre, parce qu'il me paroît tenir encore plus à la nature de ces trois élémens qu'à celle de l'élément du feu.

Mais c'est ici le lieu de parler de la calcination : prise généralement, elle est pour les corps fixes et combustibles ce qu'est la com-

1. Dans le *digesteur* de Papin, la chaleur de l'eau est portée au point de fondre le plomb et l'étain qu'on y a suspendus avec du fil de fer ou du laiton.

bustion pour les matières volatiles et inflammables ; la calcination a besoin, comme la combustion, du secours de l'air ; elle s'opère d'autant plus vite qu'on lui fournit une plus grande quantité d'air ; sans cela, le feu le plus violent ne peut rien calciner, rien enflammer que les matières qui contiennent en elles-mêmes, et qui fournissent, à mesure qu'elles brûlent ou se calcinent, tout l'air nécessaire à la combustion ou à la calcination des substances avec lesquelles on les mêle. Cette nécessité du concours de l'air dans la calcination, comme dans la combustion, indique qu'il y a plus de choses communes entre elles qu'on ne l'a soupçonné. L'application du feu est le principe de toutes deux ; celle de l'air en est la cause seconde, et presque aussi nécessaire que la première : mais ces deux causes se combinent inégalement, selon qu'elles agissent en plus ou moins de temps, avec plus ou moins de force, sur des substances différentes ; il faut, pour en raisonner juste, se rappeler les effets de la calcination, et les comparer entre eux et avec ceux de la combustion.

La combustion s'opère promptement, et quelquefois se fait en un instant ; la calcination est toujours plus lente, et quelquefois si longue, qu'on la croit impossible. A mesure que les matières sont plus inflammables et qu'on leur fournit plus d'air, la combustion s'en fait avec plus de rapidité : et par la raison inverse, à mesure que les matières sont plus incombustibles, la calcination s'en fait avec plus de lenteur ; et lorsque les parties constituantes d'une substance, telle que l'or, sont non seulement incombustibles, mais paroissent si fixes qu'on ne peut les volatiliser, la calcination ne produit aucun effet, quelque violente qu'elle puisse être. On doit donc considérer la calcination et la combustion comme des effets du même ordre, dont les deux extrêmes nous sont désignés par le phosphore, qui est le plus inflammable de tous les corps, et par l'or, qui, de tous, est le plus fixe et le moins combustible ; toutes les substances comprises entre ces deux extrêmes seront plus ou moins sujettes aux effets de la combustion ou de la calcination, selon qu'elles s'approcheront plus ou moins de ces deux extrêmes : de sorte que, dans les points milieux, il se trouvera des substances qui éprouveront au feu combustion et calcination en degré presque égal ; d'où nous pouvons conclure, sans craindre de nous tromper, que toute calcination est toujours accompagnée d'un peu de combustion, et que de même toute combustion est accompagnée d'un peu de calcination. Les cendres et les autres résidus des matières les plus combustibles ne démontrent-ils pas que le feu a calciné toutes les parties qu'il n'a pas brûlées, et que, par conséquent, un peu de calcination se trouve ici avec beaucoup de combustion ? La petite flamme qui s'élève de la plupart des matières qu'on calcine, ne démontre-t-elle pas de même qu'il s'y fait un peu de combustion ? Ainsi, nous ne devons pas séparer ces deux effets, si nous voulons bien saisir les résultats de l'action du feu sur les différentes substances auxquelles on l'applique.

Mais, dira-t-on, la combustion détruit les corps, ou du moins en diminue toujours le volume ou la masse, en raison de la quantité de matière qu'elle enlève ou consume ; la calcination fait souvent le contraire, et augmente la pesanteur d'un grand nombre de matières : doit-on dès lors considérer ces deux effets, dont les résultats sont si contraires, comme des effets du même ordre ? L'objection paroît fondée et mérite réponse, d'autant que c'est ici le point le plus difficile de la question. Je crois néanmoins pouvoir y satisfaire pleinement. Considérons pour cela une matière dans laquelle nous supposerons moitié de parties fixes et moitié de parties volatiles ou combustibles : il arrivera, par l'application du feu, que toutes ces parties volatiles ou combustibles seront enlevées ou brûlées, et par conséquent séparées de la masse totale ; dès lors cette masse, ou quantité de matière, se trouvera diminuée de moitié, comme nous le voyons dans les pierres calcaires qui perdent au feu près de la moitié de leur poids. Mais si l'on continue à appliquer le feu pendant un très-long temps à cette moitié toute composée de parties fixes, n'est-il pas facile de concevoir que toute combustion, toute volatilisation ayant cessé, cette matière, au lieu de continuer à perdre de sa masse, doit au contraire en acquérir aux dépens de l'air et du feu dont on ne cesse de la pénétrer ? et celles qui, comme le plomb, ne perdent rien, mais gagnent par l'application du feu, sont des matières déjà calcinées, préparées par la nature au degré où la combustion a cessé, et susceptibles, par conséquent, d'augmenter de pesanteur dès les premiers instans de l'application du feu. Nous avons vu que la lumière s'amortit et s'éteint à la surface de tous les corps qui ne la réfléchissent pas ; nous avons vu que la chaleur, par sa longue résidence, se fixe en partie dans les matières qu'elle pénètre ; nous savons que l'air, pres-

que aussi nécessaire à la calcination qu'à la combustion, et toujours d'autant plus nécessaire à la calcination que les matières ont plus de fixité, se fixe lui-même dans l'intérieur des corps, et en devient partie constituante : dès lors, n'est-il pas très-naturel de penser que cette augmentation de pesanteur ne vient que de l'addition des particules de lumière, de chaleur et d'air, qui se sont enfin fixées et unies à une matiere contre laquelle elles ont fait tant d'efforts, sans pouvoir ni l'enlever ni la brûler? Cela est si vrai, que quand on leur présente ensuite une substance combustible avec laquelle elles ont bien plus d'analogie, ou plutôt de conformité de nature, elles s'en saisissent avidement, quittent la matière fixe à laquelle elles n'étoient, pour ainsi dire, attachées que par force, reprennent par conséquent leur mouvement naturel, leur élasticité, leur volatilité, et partent toutes avec la matière combustible, à laquelle elles viennent de se joindre. Dès lors le métal ou la matière calcinée à laquelle vous avez rendu ces parties volatiles qu'elle avoit perdues par sa combustion, reprend sa première forme, et sa pesanteur se trouve diminuée de toute la quantité des particules de feu et d'air qui s'étoient fixées, et qui viennent d'être enlevées par cette nouvelle combustion. Tout cela s'opère par la seule loi des affinités; et, après ce qui vient d'être dit, il me semble qu'il n'y a pas plus de difficulté à concevoir comment la chaux d'un métal se réduit, que d'entendre comment il se précipite en dissolution : la cause est la même, et les effets sont pareils. Un métal dissous par un acide se précipite lorsqu'on présente à cet acide une autre substance avec laquelle il a plus d'affinité qu'avec le métal; l'acide le quitte alors et le laisse tomber. De même, ce métal calciné, c'est-à-dire chargé de parties d'air, de chaleur et de feu, qui, s'étant fixées, le tiennent sous la forme d'une chaux, se précipitera, ou, si l'on veut, se réduira, lorsqu'on présentera à ce feu et à cet air fixés, des matières combustibles avec lesquelles ils ont bien plus d'affinité qu'avec le métal, qui reprendra sa première forme dès qu'il sera débarrassé de cet air et de ce feu superflus, et qu'il aura repris, aux dépens des matières combustibles qu'on lui présente, les parties volatiles qu'il avoit perdues.

Cette explication me paroît si simple et si claire, que je ne vois pas ce qu'on peut y opposer. L'obscurité de la chimie vient en grande partie de ce qu'on en a peu généralisé les principes, et qu'on ne les a pas réunis à ceux de la haute physique. Les chimistes ont adopté les affinités sans les comprendre, c'est-à-dire, sans entendre le rapport de la cause à l'effet, qui néanmoins n'est autre que celui de l'attraction universelle; ils ont créé leur phlogistique sans savoir ce que c'est, et cependant c'est de l'air et du feu fixes; ils ont formé, à mesure qu'ils en ont eu besoin, des êtres idéaux, des *minéralisateurs*, des *terres mercurielles*, des noms, des termes d'autant plus vagues que l'acception en est plus générale. J'ose dire que M. Macquer et M. de Morveau sont les premiers de nos chimistes qui aient commencé à parler françois[1]. Cette science va donc naître, puisqu'on commence à parler, et on parlera d'autant mieux, on l'entendra plus aisément, qu'on en bannira le plus de mots techniques, qu'on renoncera de meilleure foi à tous ces petits principes secondaires tirés de la méthode, qu'on s'occupera davantage de les déduire des principes généraux de la mécanique rationnelle, qu'on cherchera avec plus de soin à les ramener aux lois de la nature, et qu'on sacrifiera plus volontiers la commodité d'expliquer d'une manière précaire et selon l'art les phénomènes de la composition ou de la décomposition des substances à la difficulté de les présenter pour tels qu'ils sont, c'est-à-dire, pour des effets particuliers dépendans d'effets plus généraux, qui sont les seules vraies causes, les seuls principes réels, auxquels on doive s'attacher, si l'on veut avancer la science de la philosophie naturelle.

Je crois avoir démontré[2] que toutes les petites lois des affinités chimiques, qui paroissent si variables, si différentes entre elles, ne sont cependant pas autres que la loi générale de l'attraction commune à toute la matière; que cette grande loi, toujours constante, toujours la même, ne paroît varier que par son expression, qui ne peut pas être la même, lorsque la figure des corps entre comme un élément dans leur distance. Avec cette nouvelle clef, on pourra scruter les secrets les plus profonds de la nature, on pourra parvenir à connoître la figure des parties primitives des différentes substances, assigner les lois et les degrés de leurs affinités,

1. Dans le moment même qu'on imprime ces feuilles, paroît l'ouvrage de M. Baumé, qui a pour titre, *Chimie expérimentale et raisonnée*. L'auteur non seulement y parle une langue intelligible, mais il s'y montre partout aussi bon physicien que grand chimiste, et j'ai eu la satisfaction de voir que quelques-unes de ses idées générales s'accordent avec les miennes.

2. Voyez, *De la nature, seconde vue.*

déterminer les formes qu'elles prendront en se réunissant, etc. Je crois de même avoir fait entendre comme l'impulsion dépend de l'attraction, et que, quoiqu'on puisse la considérer comme une force différente, elle n'est néanmoins qu'un effet particulier de cette force unique et générale; j'ai présenté la communication du mouvement comme impossible, autrement que par le ressort, d'où j'ai conclu que tous les corps de la nature sont plus ou moins élastiques, et qu'il n'y en a aucun qui soit parfaitement dur, c'est-à-dire entièrement privé de ressort, puisque tous sont susceptibles de recevoir du mouvement; j'ai tâché de faire connoître comment cette force unique pouvoit changer de direction, et d'attractive devenir tout-à-coup répulsive; et de ces grands principes, qui tous sont fondés sur la mécanique rationnelle, j'ai essayé de déduire les principales opérations de la nature, telles que la production de la lumière, de la chaleur, du feu, et de leur action sur les différentes substances: ce dernier objet, qui nous intéresse le plus, est un champ vaste, dont le défrichement suppose plus d'un siècle, et dont je n'ai pu cultiver qu'un espace médiocre, en remettant à des mains plus habiles ou plus laborieuses les instrumens dont je me suis servi. Ces instrumens sont les trois moyens d'employer le feu par sa vitesse, par son volume, et par sa masse, en l'appliquant concurremment aux trois classes des substances, qui toutes, ou perdent, ou gagnent, ou ne perdent ni ne gagnent par l'application du feu. Les expériences que j'ai faites sur le refroidissement des corps, sur la pesanteur réelle du feu, sur la nature de la flamme, sur le progrès de la chaleur, sur sa communication, sa déperdition, sa concentration, sur sa violente action sans flamme, etc., sont encore autant d'instrumens, qui épargneront beaucoup de travail à ceux qui voudront s'en servir, et produiront une très-ample moisson de connoissances utiles.

SECONDE PARTIE.

De l'air, de l'eau et de la terre.

Nous avons vu que l'air est l'adminicule nécessaire et le premier aliment du feu, qui ne peut ni subsister, ni se propager, ni s'augmenter, qu'autant qu'il se l'assimile, le consomme ou l'emporte, tandis que de toutes les substances matérielles l'air est au contraire celle qui paroît exister le plus indépendamment, et subsister le plus aisément, le plus constamment, sans le secours ou la présence du feu; car, quoiqu'il ait habituellement la même chaleur à peu près que les autres matières à la surface de la terre, il pourroit s'en passer, et il lui en faut infiniment moins qu'à toute autre pour entretenir sa fluidité, puisque les froids les plus excessifs, soit naturels, soit artificiels, ne lui font rien perdre de sa nature; que les condensations les plus fortes ne sont pas capables de rompre son ressort; que le feu actif, ou plutôt actuellement en exercice sur les matières combustibles, est le seul agent qui puisse altérer sa nature en la raréfiant, c'est-à-dire en affoiblissant, en étendant son ressort jusqu'au point de le rendre sans effet, et de détruire ainsi son élasticité. Dans cet état de trop grande expansion et d'affoiblissement extrême de son ressort, et dans toutes les nuances qui précèdent cet état, l'air est capable de reprendre son élasticité à mesure que les vapeurs des matières combustibles qui l'avoient affoiblie s'évaporeront et s'en sépareront. Mais si le ressort a été totalement affoibli et si prodigieusement étendu, qu'il ne puisse plus se resserrer ni se restituer, ayant perdu toute sa puissance élastique, l'air, de volatile qu'il étoit auparavant, devient une substance fixe qui s'incorpore avec les autres substances, et fait dès lors partie constituante de toutes celles auxquelles il s'unit par le contact, ou dans lesquelles il pénètre à l'aide de la chaleur. Sous cette nouvelle forme, il ne peut plus abandonner le feu que pour s'unir comme matière fixe à d'autres matières fixes; et s'il en reste quelques parties inséparables du feu, elles font dès lors portion de cet élément; elles lui servent de base, et se déposent avec lui dans les substances qu'ils échauffent et pénètrent ensemble. Cet effet, qui se manifeste dans toutes les calcinations, est d'autant plus sensible, que la chaleur est appliquée plus longtemps. La combustion ne demande que peu de temps pour se faire, même complétement, au lieu que toute calcination suppose beaucoup de temps: il faut, pour l'accélérer, amener à la surface, c'est-à-dire présenter successivement à l'air, les matières que l'on veut calciner; il faut les fondre ou les diviser en parties impalpables, pour qu'elles offrent à cet air plus de superficie; il faut même se servir de soufflets, moins pour augmenter l'ardeur du feu que pour établir un courant d'air sur la surface des matières, si l'on veut presser leur calcination: et, pour la compléter avec tous ces moyens, il faut

souvent beaucoup de temps [1]; d'où l'on doit conclure qu'il faut aussi une assez longue résidence de l'air devenu fixe dans les substances terrestres pour qu'il s'établisse à demeure sous cette nouvelle forme.

Mais il n'est pas nécessaire que le feu soit violent pour faire perdre à l'air son élasticité; le plus petit feu, et même une chaleur très-médiocre, dès qu'elle est immédiatement et constamment appliquée sur une petite quantité d'air, suffisent pour en détruire le ressort : et pour que cet air sans ressort se fixe ensuite dans les corps, il ne faut qu'un peu plus ou un peu moins de temps, selon le plus ou moins d'affinité qu'il peut avoir sous cette nouvelle forme avec les matières auxquelles il s'unit. La chaleur du corps des animaux, et même des végétaux, est encore assez puissante pour produire cet effet : les degrés de chaleur sont différens dans les différens genre d'animaux, et à commencer par les oiseaux, qui sont les plus chauds de tous, on passe successivement aux quadrupèdes, à l'homme, aux cétacés, qui le sont moins; aux reptiles, aux poissons, aux insectes, qui le sont beaucoup moins; et enfin aux végétaux, dont la chaleur est si petite, qu'elle a paru nulle aux observateurs, quoiqu'elle soit très-réelle et qu'elle surpasse en hiver celle de l'atmosphère. J'ai observé sur un grand nombre de gros arbres coupés dans un temps froid, que leur intérieur étoit très-sensiblement chaud, et que cette chaleur duroit pendant plusieurs minutes après leur abattage. Ce n'est pas le mouvement violent de la cognée, ou le frottement brusque et réitéré de la scie, qui produisent seuls cette chaleur; car en fendant ensuite ce bois avec des coins, j'ai vu qu'il étoit chaud à deux ou trois pieds de distance de l'endroit où l'on avoit placé les coins, et que par conséquent il avoit un degré de chaleur assez sensible dans tout son intérieur. Cette chaleur n'est que très-médiocre tant que l'arbre est jeune et qu'il se porte bien : mais dès qu'il commence à vieillir, le cœur s'échauffe par la fermentation de la sève, qui n'y circule plus avec la même liberté; cette partie du centre prend en s'échauffant une teinte rouge, qui est le premier indice du dépérissement de l'arbre et de la désorganisation du bois. J'en ai manié des morceaux dans cet état, qui étoient aussi chauds que si on les eût fait chauffer au feu. Si les observateurs n'ont pas trouvé qu'il y eût aucune différence entre la température de l'air et la chaleur des végétaux, c'est qu'ils ont fait leurs observations en mauvaise saison, et qu'ils n'ont pas fait attention qu'en été le chaleur de l'air est aussi grande et plus grande que celle de l'intérieur d'un arbre, tandis qu'en hiver c'est tout le contraire; ils ne se sont pas souvenus que les racines ont constamment au moins le degré de chaleur de la terre qui les environne, et que cette chaleur de l'intérieur de la terre est, pendant tout l'hiver, considérablement plus grande que celle de l'air et de la surface de la terre refroidie par l'air : ils ne se sont pas rappelé que les rayons du soleil, tombant trop vivement sur les feuilles et sur les autres parties délicates des végétaux, non seulement les échauffent, mais les brûlent; qu'ils échauffent de même à un très-grand degré l'écorce et le bois dont ils pénètrent la surface, dans laquelle ils s'amortissent et se fixent : ils n'ont pas pensé que le mouvement seul de la sève, déjà chaude, est une cause nécessaire de chaleur, et que ce mouvement venant à augmenter par l'action du soleil ou d'une autre chaleur extérieure, celle des végétaux doit être d'autant plus grande que le mouvement de leur sève est plus accéléré, etc. Je n'insiste si long-temps sur ce point qu'à cause de son importance; l'uniformité du plan de la nature seroit violée, si, ayant accordé à tous les animaux un degré de chaleur supérieur à celui des matières brutes, elle l'avoit refusé aux végétaux, qui, comme les animaux, ont leur espèce de vie.

Mais ici l'air contribue encore à la chaleur animale et vitale, comme nous avons vu plus haut qu'il contribuoit à l'action du feu dans la combustion et la calcination des matières combustibles et calcinables. Les animaux qui ont des poumons, et qui par conséquent respirent l'air, ont toujours plus de chaleur que ceux qui en sont privés; et plus la surface intérieure des poumons est étendue et ramifiée en plus grand nombre de cellules ou bronches, plus, en un mot, elle présente de superficie à l'air que l'animal tire par l'inspiration, plus aussi son sang devient chaud, et plus il communique de chaleur à toutes les parties du corps qu'il abreuve ou nourrit, et cette proportion a lieu dans tous les animaux con-

1. Je ne sais si l'on ne calcineroit pas l'or, non pas en le tenant, comme Boyle ou Kunckel, pendant un très-long temps, dans un fourneau de verrerie, où la vitesse de l'air n'est pas grande, mais en le mettant près de la tuyère d'un bon fourneau à vent, et le tenant en fusion dans un vaisseau ouvert, où l'on plongeroit une petite spatule, qu'on ajusteroit de manière qu'elle tourneroit incessamment et remueroit continuellement l'or en fusion; car il n'y a pas de comparaison entre la force de ces feux, parce que l'air est ici bien plus accéléré que dans les fourneaux de verrerie.

nus. Les oiseaux ont, relativement au volume de leur corps; les poumons considérablement plus étendus que l'homme ou les quadrupèdes; les reptiles, même ceux qui ont de la voix, comme les grenouilles, n'ont, au lieu de poumons, qu'une simple vessie; les insectes, qui n'ont que peu ou point de sang, ne pompent l'air que par quelques trachées, etc. Aussi, en prenant le degré de la température de la terre pour terme de comparaison, j'ai vu que cette chaleur étant supposée de 10 degrés, celle des oiseaux étoit de près de 33 degrés, celle de quelques quadrupèdes de plus de 31 1/2 degrés, celle de l'homme de 30 1/2 ou 31, tandis que celle des grenouilles n'est que de 15 ou 16, celle des poissons et des insectes de 11 ou 12, c'est-à-dire la moindre de toutes, et à très-peu près la même que celle des végétaux[1]. Ainsi le degré de chaleur dans l'homme et dans les animaux dépend de la force et de l'etendue des poumons : ce sont les soufflets de la machine animale; ils en entretiennent et augmentent le feu selon qu'ils sont plus ou moins puissans, et que leur mouvement est plus ou moins prompt. La seule difficulté est de concevoir comment ces espèces de soufflets (dont la construction est aussi supérieure à celle de nos soufflets d'usage que la nature est au dessus de nos arts) peuvent porter l'air sur le feu qui nous anime; feu dont le foyer paroît assez indéterminé, feu qu'on n'a pas même voulu qualifier de ce nom, parce qu'il est sans flamme, sans fumée apparente, et que sa chaleur n'est que très-médiocre et assez uniforme. Cependant, si l'on considère que la chaleur et le feu sont des effets et même des élémens du même ordre, si l'on se rappelle que la chaleur raréfie l'air, et qu'en étendant son ressort elle peut l'affoiblir au point de le rendre sans effet, on pourra penser que cet air tiré par nos poumons, s'y raréfiant beaucoup, doit perdre son ressort dans les bronches et dans les petites vésicules où il ne peut pénétrer qu'en très-petit volume, et en bulles dont le ressort, déjà très-étendu, sera bientôt détruit par la chaleur du sang artériel et veineux ; car ces vaisseaux de sang ne sont séparés des vésicules pulmonaires qui reçoivent l'air que par des cloisons si minces, qu'elles laissent aisément passer cet air dans le sang, où il ne peut manquer de produire le même effet que sur le feu commun, parce que le degré de chaleur de ce sang est plus que suffisant pour détruire en entier l'élasticité des particules d'air, les fixer et les entraîner sous cette nouvelle forme dans toutes les voies de la circulation. Le feu du corps animal ne diffère du feu commun que du moins au plus; le degré de chaleur est moindre : dès lors il n'y a point de flamme, parce que les vapeurs qui s'élèvent, et qui représentent la fumée de ce feu, n'ont pas assez de chaleur pour s'enflammer ou devenir ardentes, et qu'étant d'ailleurs mêlées de beaucoup de parties humides qu'elles enlèvent avec elles, ces vapeurs ou cette fumée ne peuvent ni s'allumer ni brûler[2]. Tous les autres effets sont

1. Je ne sais pas s'il faut faire une exception pour les abeilles, comme l'ont fait la plupart de nos observateurs, qui prétendent que ces mouches ont autant de chaleur que les animaux qui respirent, parce que leur ruche est aussi chaude que le corps de ces animaux : il me semble que cette chaleur de l'intérieur de la ruche n'est point du tout la chaleur de chaque abeille, mais la somme totale de la chaleur qui s'évapore des corps de neuf ou dix mille individus réunis dans cet espace où leur mouvement continuel doit l'augmenter encore; et en divisant cette somme générale de chaleur par la quantité particulière de chaleur qui s'évapore de chaque individu, on trouveroit peut-être que l'abeille n'a pas plus de chaleur qu'une autre mouche.

2. J'ai fait une grande expérience au sujet de l'inflammation de la fumée. J'ai rempli de charbon sec et conservé à couvert depuis plus de six mois deux de mes fourneaux, qui ont également quatorze pieds de hauteur, et qui ne diffèrent dans leur construction que par les proportions des dimensions en largeur, le premier contenant juste un tiers de plus que le second. J'ai rempli l'un avec douze cents livres de charbon, et l'autre avec huit cents livres, et j'ai adapté au plus grand un tuyau d'aspiration, construit avec un châssis de fer, garni de tôle, qui avoit treize pouces en carré sur dix pieds de hauteur; je lui avois donné treize pouces sur les quatre côtés, pour qu'il remplît exactement l'ouverture supérieure du fourneau, qui étoit carrée, et qui avoit treize pouces et demi de toutes faces. Avant de remplir ces fourneaux, on avoit préparé dans le bas une petite cavité en forme de voûte, soutenue par des bois secs, sous lesquels on mit le feu au moment qu'on commença de charger de charbon : ce feu, qui d'abord étoit vif, se ralentit à mesure qu'on chargeoit; cependant il subsista toujours sans s'éteindre; et lorsque les fourneaux furent remplis en entier, j'en examinai le progrès et le produit, sans le remuer et sans y rien ajouter : pendant les six premières heures, la fumée, qui avoit commencé de s'élever au moment qu'on avoit commencé de charger, étoit très-humide; ce que je reconnoissois aisément par les gouttes d'eau qui paroissoient sur les parties extérieures du tuyau d'aspiration; et ce tuyau n'étoit encore au bout de six heures que médiocrement chaud, car je pouvois le toucher aisément. On laissa le feu, le tuyau et les fourneaux, pendant toute la nuit, dans cet état; la fumée, continuant toujours, devint si abondante, si épaisse et si noire, que le lendemain, en arrivant à mes forges, je crus qu'il y avoit un incendie. L'air étoit calme; et comme le vent ne dissipoit pas la fumée, elle en-

absolument les mêmes : la respiration d'un petit animal absorbe autant d'air que la lumière d'une chandelle ; dans des vaisseaux fermés, de capacités égales, l'animal meurt en même temps que la chandelle s'éteint. Rien ne peut démontrer plus évidemment que le feu de l'animal et celui de la chandelle, ou de toute autre matière combustible allumée, sont des feux non seulement du même ordre, mais d'une seule et même nature, auxquels le secours de l'air est également nécessaire, et qui tous deux se l'approprient de la même manière, l'absorbent comme aliment, l'entraînent dans leur route, et le déposent, sous une forme fixe, dans les substances qu'ils pénètrent.

Les végétaux et la plupart des insectes n'ont, au lieu de poumons, que des tuyaux aspiratoires, des espèces de trachées par lesquelles ils ne laissent pas de pomper tout l'air qui leur est nécessaire; on le voit passer en bulles très-sensibles dans la sève de la vigne : il est non seulement pompé par les racines, mais souvent même par les feuilles; il fait partie et partie très-essentielle de la nourriture du végétal, qui dès lors se l'assimile, le fixe et le conserve. Le petit degré de la chaleur végétale, joint à celui de la chaleur du soleil, suffit pour détruire le ressort de l'air contenu dans la sève, surtout lorsque cet air, qui n'a pu être admis dans le corps de la plante et arriver à la sève qu'après avoir passé par des tuyaux très-serrés, se trouve divisé en particules presque infiniment petites, que le moindre degré de chaleur suffit pour rendre fixes. L'expérience confirme pleinement tout ce que je viens d'avancer : les matières animales et végétales contiennent toutes une très-grande quantité de cet air fixe; et c'est en quoi consiste l'un des principes de leur inflammabilité. Toutes les matières combustibles contiennent beaucoup d'air; tous les animaux et les végétaux, toutes leurs parties, tous leurs détrimens, toutes les matières qui en proviennent, toutes les substances où ces détrimens se trouvent mélangés, contiennent plus ou moins d'air fixe, et la plupart renferment aussi une certaine quantité d'air élastique. On ne peut douter de ces faits, dont la certitude est acquise par les belles expériences du docteur Hales, et dont les

veloppoit les bâtimens et les déroboit à ma vue : elle duroit déjà depuis vingt-six heures. J'allai à mes fourneaux : je trouvai que le feu, qui n'étoit allumé qu'à la partie du bas, n'avoit pas augmenté, qu'il se soutenoit au même degré; mais la fumée, qui avoit donné de l'humidité dans les six premières heures, étoit devenue plus sèche, et paroissoit néanmoins tout aussi noire. Le tuyau d'aspiration ne pompoit pas davantage; il étoit seulement un peu plus chaud, et la fumée ne formoit plus de gouttes sur sa surface extérieure. La cavité des fourneaux, qui avoit quatorze pieds de hauteur, se trouva vide, au bout des vingt-six heures, d'environ trois pieds; je les fis remplir, l'un avec cinquante, et l'autre avec soixante-quinze livres de charbon, et je fis remettre tout de suite le tuyau d'aspiration qu'on avoit été obligé d'enlever pour charger. Cette augmentation d'aliment n'augmenta pas le feu ni même la fumée; elle ne changea rien à l'état précédent. J'observai le tout pendant huit heures de suite, m'attendant à tout instant à voir paroître la flamme, et ne concevant pas pourquoi cette fumée d'un charbon si sec, et si sèche elle-même, qu'elle ne déposoit pas la moindre humidité, ne s'enflammoit pas d'elle-même après trente-quatre heures de feu toujours subsistant au bas des fourneaux; je les abandonnai donc une seconde fois dans cet état, et donnai ordre de n'y pas toucher. Le jour suivant, douze heures après les trente-quatre, je trouvai le même brouillard épais, la même fumée noire couvrant mes bâtimens; et ayant visité mes fourneaux, je vis que le feu d'en bas étoit toujours le même, la fumée la même et sans aucune humidité, et que la cavité des fourneaux étoit vide de trois pieds deux pouces dans le plus petit, et de deux pieds neuf pouces seulement dans le plus grand, auquel étoit adapté le tuyau d'aspiration : je le remplis avec soixante-six livres de charbon, et l'autre avec cinquante-quatre, et je résolus d'attendre aussi long-temps qu'il seroit nécessaire pour savoir si cette fumée ne viendroit pas enfin à s'enflammer. Je passai neuf heures à l'examiner de temps à autre; elle étoit très-sèche, très-suffocante, très-sensiblement chaude, mais toujours noire et sans flamme au bout de cinquante-cinq heures. Dans cet état, je la laissai pour la troisième fois. Le jour suivant, treize heures après les cinquante-cinq, je la retrouvai encore de même, le charbon de mes fourneaux baissé de même; et, comme je réfléchissois sur cette consommation de charbon sans flamme, qui étoit d'environ moitié de la consommation qui s'en fait dans le même temps et dans les mêmes fourneaux lorsqu'il y a de la flamme, je commençai à croire que je pourrois bien user beaucoup de charbon sans avoir de flamme, puisque, depuis trois jours, on avoit chargé trois fois les fourneaux (car j'oubliois de dire que ce jour même on venoit de remplir la cavité vide du grand fourneau avec quatre-vingts livres de charbon, et celle du petit avec soixante livres); je les laissai néanmoins fumer encore plus de cinq heures. Après avoir perdu l'espérance de voir cette fumée s'enflammer d'elle-même, je la vis tout d'un coup prendre feu, et faire une espèce d'explosion dans l'instant même qu'on lui présenta la flamme légère d'une poignée de paille; le tourbillon entier de la fumée s'enflamma jusqu'à huit ou dix pieds de distance et autant de hauteur; la flamme pénétra la masse du charbon, et descendit dans le même moment jusqu'au bas du fourneau, et continua de brûler à la manière ordinaire; le charbon se consumoit une fois plus vite, quoique le feu d'en bas ne parût guère plus animé : mais je suis convaincu que mes fourneaux auroient éternellement fumé, si l'on n'eût pas allumé la fumée; et rien ne me prouva mieux que la flamme n'est que de la fumée qui brûle, et que la communication du feu ne peut se faire que par la flamme.

chimistes ne me paroissent pas avoir senti toute la valeur : car ils auroient reconnu depuis long-temps que l'air fixe doit jouer en grande partie le rôle de leur phlogistique; ils n'auroient pas adopté ce terme nouveau, qui ne répond à aucune idée précise, et ils n'en auroient pas fait la base de toutes leurs explications des phénomènes chimiques; ils ne l'auroient pas donné pour un être identique et toujours le même, puisqu'il est composé d'air et de feu, tantôt dans un état fixe et tantôt dans celui de la plus grande volatilité; et ceux d'entre eux qui ont regardé le phlogistique comme le produit du feu élémentaire ou de la lumière se sont moins éloignés de la vérité, parce que le feu ou la lumière produisent, par le secours de l'air, tous les effets du phlogistique.

Les minéraux qui, comme les soufres et les pyrites, contiennent dans leur substance une quantité plus ou moins grande des détrimens ultérieurs des animaux et des végétaux, renferment dès lors des parties combustibles qui, comme toutes les autres, contiennent plus ou moins d'air fixe, mais toujours beaucoup moins que les substances purement animales ou végétales. On peut également leur enlever cet air fixe par la combustion : on peut aussi le dégager par le moyen de l'effervescence; et, dans les matières animales et végétales, on le dégage par la simple fermentation, qui, comme la combustion, a toujours besoin d'air pour s'opérer. Ceci s'accorde si parfaitement avec l'expérience, que je ne crois pas devoir insister sur la preuve des faits : je me contenterai d'observer que les soufres et les pyrites ne sont pas les seuls minéraux qu'on doive regarder comme combustibles, qu'il y en a beaucoup d'autres dont je ne ferai point ici l'énumération, parce qu'il suffit de dire que leur degré de combustibilité dépend ordinairement de la quantité de soufre qu'ils contiennent. Tous les minéraux combustibles tirent donc originairement cette propriété, ou du mélange des parties animales et végétales qui sont incorporées avec eux, ou des particules de lumière, de chaleur et d'air qui, par le laps de temps, se sont fixées dans leur intérieur. Rien, selon moi, n'est combustible que ce qui a été formé par une chaleur douce, c'est-à-dire par ces mêmes élémens combinés dans toutes ces substances que le soleil éclaire et vivifie [1], ou dans celles que la chaleur intérieure de la terre fomente et réunit.

C'est cette chaleur intérieure du globe de la terre que l'on doit regarder comme le vrai feu élémentaire; et il faut le distinguer de celui du soleil, qui ne nous parvient qu'avec la lumière, tandis que l'autre, quoique bien plus considérable, n'est ordinairement que sous la forme d'une chaleur obscure, et que ce n'est que dans quelques circonstances, comme celles de l'électricité, qu'il prend de la lumière. Nous avons déjà dit que cette chaleur, observée pendant un grand nombre d'années de suite, est trois ou quatre cents fois plus grande en hiver, et vingt-neuf fois plus grande en été dans notre climat, que la chaleur qui nous vient du soleil. C'est une vérité qui peut paroître singulière, mais qui n'en est pas moins évidemment démontrée. Comme nous en avons parlé disertement, nous nous contenterons de remarquer ici que cette chaleur constante et toujours subsistante entre comme élément dans toutes les combinaisons des autres élémens, et qu'elle est plus que suffisante pour produire sur l'air les mêmes effets que le feu actuel ou la chaleur animale; que par conséquent cette chaleur intérieure de la terre détruira l'élasticité de l'air et le fixera toutes les fois qu'étant divisé en parties très-petites, il se trouvera saisi par cette chaleur dans le sein de la terre; que, sous cette nouvelle forme, il entrera, comme partie fixe, dans un grand nombre de substances, lesquelles contien-

1. Voici une observation qui semble démontrer que la lumière a plus d'affinité avec les substances combustibles qu'avec toutes les autres matières. On sait que la puissance réfractive des corps transparens est proportionnelle à leur densité : le verre, plus dense que l'eau, a proportionnellement une plus grande force réfringente; et en augmentant la densité du verre et de l'eau, l'on augmente à mesure leur force de réfraction. Cette proportion s'observe dans toutes les matières transparentes, et qui sont en même temps incombustibles. Mais les matières inflammables, telles que l'esprit-de-vin, les huiles transparentes, l'ambre, etc., ont une puissance réfringente plus grande que les autres; en sorte que l'attraction que ces matières exercent sur la lumière, et qui provient de leur masse ou densité, est considérablement augmentée par l'affinité particulière qu'elles ont avec la lumière. Si cela n'étoit pas, leur force réfringente seroit, comme celle de toutes les autres matières, proportionnelle à leur densité; mais les matières inflammables attirent plus puissamment la lumière, et ce n'est que par cette raison qu'elles ont plus de puissance réfractive que les autres. Le diamant même ne fait pas une exception à cette loi; on doit le mettre au nombre des matières combustibles, on le brûle au miroir ardent. Il a avec la lumière autant d'affinité que les matières inflammables, car sa puissance réfringente est plus grande qu'elle ne devroit l'être à proportion de sa densité. Il a en même temps la propriété de s'imbiber de la lumière et de la conserver assez long-temps; les phénomènes de sa réfraction doivent tenir en partie à ces propriétés.

dront dès lors des particules d'air fixe et de chaleur fixe, qui sont les premiers principes de la combustibilité : mais ils se trouveront en plus ou moins grande quantité dans les différentes substances, selon le degré d'affinité qu'ils auront avec elles; et ce degré dépendra beaucoup de la quantité que ces substances contiendront de parties animales et végétales, qui paroissent être la base de toute matière combustible. Si elles y sont abondamment répandues ou foiblement incorporées, on pourra toujours les dégager de ces substances par le moyen de la combustion. La plupart des minéraux métalliques, et même des métaux, contiennent une assez grande quantité de parties combustibles; le zinc, l'antimoine, le fer, le cuivre, etc., brûlent et produisent une flamme évidente et très-vive, tant que dure la combustion de ces parties inflammables qu'ils contiennent : après quoi, si on continue le feu, la combustion finie, commence la calcination, pendant laquelle il rentre dans ces matières de nouvelles parties d'air et de chaleur qui s'y fixent, et qu'on ne peut en dégager qu'en leur présentant quelque matière combustible avec laquelle ces parties d'air et de chaleur fixes ont plus d'affinité qu'avec celles du minéral, auxquelles en effet elles ne sont unies que par force, c'est-à-dire par l'effort de la calcination. Il me semble que la conversion des substances métalliques en chaux et leur réduction pourront maintenant être très-clairement entendues, sans qu'il soit besoin de recourir à des principes secondaires ou à des hypothèses arbitraires, pour leur explication. La réduction, comme je l'ai déjà insinué, n'est, dans le réel, qu'une seconde combustion, par laquelle on dégage les parties d'air et de chaleur fixes que la calcination avoit forcées d'entrer dans le métal et de s'unir à sa substance fixe, à laquelle on rend en même temps les parties volatiles et combustibles que la première action du feu lui avoit enlevées.

Après avoir présenté le grand rôle que l'air fixe joue dans les opérations les plus secrètes de la nature, considérons-le pendant quelques instans, lorsque, sous la forme élastique, il réside dans les corps : ses effets sont alors aussi variables que les degrés de son élasticité; son action, quoique toujours la même, semble donner des produits différens dans les substances différentes. Pour en ramener la considération à un point de vue général, nous le comparerons avec l'eau et la terre, comme nous l'avons déjà comparé avec le feu; les résultats de cette comparaison entre les quatre élémens s'appliqueront ensuite aisément à toutes les substances, de quelque nature qu'elles puissent être, puisque toutes ne sont composées que de ces quatre principes réels.

Le plus grand froid connu ne peut détruire le ressort de l'air, et la moindre chaleur suffit pour cet effet, surtout lorsque ce fluide est divisé en très-petites parties. Mais il faut observer qu'entre son état de fixité et celui de sa pleine élasticité, il y a toutes les nuances des états moyens, et que c'est presque toujours dans quelques-uns de ces états moyens qu'il réside dans la terre et dans l'eau, ainsi que dans toutes les substances qui en sont composées; par exemple, on ne pourra pas douter que l'eau, qui nous paroît une substance si simple, ne contienne une certaine quantité d'air qui n'est ni fixe ni élastique, mais entre la fixité et l'élasticité, si l'on fait attention aux différens phénomènes qu'elle nous présente dans sa congélation, dans son ébullition, dans sa résistance à toute compression, etc. : car la physique expérimentale nous démontre que l'eau est incompressible; au lieu de s'affaisser et de rentrer en elle-même lorsqu'on la force par la presse, elle passe à travers les vaisseaux les plus solides et les plus épais. Or si l'air qu'elle contient en assez grande quantité y étoit dans son état de pleine élasticité, l'eau seroit compressible en raison de cette quantité d'air élastique qu'elle contiendroit et qui se comprimeroit. Donc l'air contenu dans l'eau n'y est pas simplement mêlé et n'y conserve pas sa forme élastique, mais y est plus intimement uni dans un état où son ressort ne s'exerce plus d'une manière sensible; et néanmoins ce ressort n'y est pas entièrement détruit : car si on expose l'eau à la congélation, on voit cet air sortir de son intérieur et se réunir à sa surface en bulles élastiques. Ceci seul suffiroit pour prouver que l'air n'est pas contenu dans l'eau sous sa forme ordinaire, puisque étant spécifiquement huit cent cinquante fois plus léger, il seroit forcé d'en sortir par la seule nécessité de la prépondérance de l'eau. Il est donc évident que l'air contenu dans l'eau n'y est pas dans son état ordinaire, c'est-à-dire de pleine élasticité; et en même temps il est démontré que cet état dans lequel il réside dans l'eau n'est pas celui de sa plus grande fixité, où son ressort, absolument détruit, ne peut se rétablir que par la combustion, puisque la chaleur ou le froid peuvent également le rétablir; il suffit de faire

chauffer ou geler de l'eau pour que l'air qu'elle contient reprenne son élasticité et s'élève en bulles sensibles à sa surface : il s'en dégage de même lorsque l'eau cesse d'être pressée par le poids de l'atmosphère sous le récipient de la machine pneumatique. Il n'est donc pas contenu dans l'eau sous une forme fixe, mais seulement dans un état moyen où il peut aisément reprendre son ressort : il n'est pas simplement mêlé dans l'eau, puisqu'il ne peut y résider sous sa forme élastique; mais aussi il ne lui est pas intimement uni sous sa forme fixe, puisqu'il s'en sépare plus aisément que de toute autre matière.

On pourra m'objecter avec raison que le froid et le chaud n'ont jamais opéré de la même façon; que si l'une de ces causes rend à l'air son élasticité, l'autre doit la détruire; et j'avoue que, pour l'ordinaire, le froid et le chaud produisent des effets différens : mais dans la substance particulière que nous considérons, ces deux causes, quoique opposées, produisent le même effet; on pourra le concevoir aisément en faisant attention à la chose même et au rapport de ces circonstances. L'on sait que l'eau, soit gelée, soit bouillie, reprend l'air qu'elle avoit perdu dès qu'elle se liquéfie, ou qu'elle se refroidit. Le degré d'affinité de l'air avec l'eau dépend donc en grande partie de celui de sa température; ce degré, dans son état de liquidité, est à peu près le même que celui de la chaleur générale à la surface de la terre : l'air, avec lequel elle a beaucoup d'affinité, la pénètre aussitôt qu'il est divisé en parties très-ténues, et le degré de la chaleur élémentaire et générale suffit pour affoiblir le ressort de ces petites parties, au point de le rendre sans effet, tant que l'eau conserve cette température; mais si le froid vient à la pénétrer, ou, pour parler plus précisément, si ce degré de chaleur nécessaire à cet état de l'air vient à diminuer, alors son ressort, qui n'est pas entièrement détruit, se rétablira par le froid, et l'on verra les bulles élastiques s'élever à la surface de l'eau prête à se congeler. Si, au contraire, l'on augmente le degré de la température de l'eau par une chaleur extérieure, on en divise trop les parties intégrantes, on les rend volatiles, et l'air, qui ne leur étoit que foiblement uni, s'élève et s'échappe avec elles : car il faut se rappeler que quoique l'eau prise en masse soit incompressible et sans aucun ressort, elle est très-élastique dès qu'elle est divisée ou réduite en petites parties; et en ceci elle paroît être d'une nature contraire à celle de l'air, qui n'est compressible qu'en masse, et qui perd son ressort dès qu'il est trop divisé. Néanmoins l'air et l'eau ont beaucoup plus de rapport entre eux que de propriétés opposées; et comme je suis très-persuadé que toute la matière est convertible et que les quatre élémens peuvent se transformer, je serois porté à croire que l'eau peut se changer en air lorsqu'elle est assez raréfiée pour s'élever en vapeurs; car le ressort de la vapeur de l'eau est aussi et même plus puissant que le ressort de l'air : on voit le prodigieux effet de cette puissance dans les pompes à feu; on voit la terrible explosion qu'elle produit lorsqu'on laisse tomber du métal fondu sur quelques gouttes d'eau; et si l'on ne veut pas convenir avec moi que l'eau puisse, dans cet état de vapeurs, se transformer en air, on ne pourra du moins nier qu'elle n'en ait alors les principales propriétés.

L'expérience m'a même appris que la vapeur de l'eau peut entretenir et augmenter le feu comme le fait l'air ordinaire; et cet air, que nous pourrions regarder comme pur, est toujours mêlé avec une très-grande quantité d'eau : mais il faut remarquer, comme chose importante, que la proportion du mélange n'est pas, à beaucoup près, la même dans ces deux élémens. L'on peut dire en général qu'il y a beaucoup moins d'air dans l'eau que d'eau dans l'air; seulement il faut considérer qu'il y a deux unités très-différentes, auxquelles on pourroit rapporter les termes de cette proportion : ces deux unités sont le volume et la masse. Si on estime la quantité d'air contenue dans l'eau par le volume, elle paroîtra nulle, puisque le volume de l'eau n'en est point du tout augmenté : et de même l'air plus ou moins humide ne nous paroît pas changer de volume; cela n'arrive que quand il est plus ou moins chaud. Ainsi ce n'est point au volume qu'il faut rapporter cette proportion; c'est à la masse seule, c'est-à-dire c'est à la quantité réelle de matière dans l'un et l'autre de ces deux élémens, qu'on doit comparer celle de leur mélange; et l'on verra que l'air est beaucoup plus *aqueux* que l'eau n'est *aérienne*, peut-être dans la proportion de la masse, c'est-à-dire huit cent cinquante fois davantage. Quoi qu'il en soit de cette estimation, qui est peut-être ou trop forte ou trop foible, nous pouvons en tirer l'induction que l'eau doit se changer plus aisément en air, que l'air ne peut se transformer en eau. Les parties de l'air, quoique susceptibles d'être extrêmement divisées, paroissent

être plus grosses que celles de l'eau, puisque celle-ci passe à travers plusieurs filtres que l'air ne peut pénétrer; puisque, quand elle est raréfiée par la chaleur, son volume, quoique fort augmenté, n'est qu'égal, ou un peu plus grand que celui des parties de l'air à la surface de la terre, car les vapeurs de l'eau ne s'élèvent dans l'air qu'à une certaine hauteur; enfin, puisque l'air semble s'imbiber d'eau comme une éponge, la contenir en grande quantité, et que le contenant est nécessairement plus grand que le contenu. Au reste, l'air, qui s'imbibe si volontiers de l'eau, semble la rendre de même lorsqu'on lui présente des sels ou d'autres substances avec lesquels l'eau a encore plus d'affinité qu'avec lui. L'effet que les chimistes appellent *défaillance*, et même celui des *efflorescences*, démontrent non seulement qu'il y a une très-grande quantité d'eau contenue dans l'air, mais encore que cette eau n'y est attachée que par une simple affinité qui cède aisément à une affinité plus grande, et qui même cesse d'agir, sans être combattue ou balancée par aucune autre affinité, mais par la seule raréfaction de l'air, puisqu'il se dégage de l'eau dès qu'elle cesse d'être pressée par le poids de l'atmosphère sous le récipient de la machine pneumatique.

Dans l'ordre de la conversion des élémens, il me semble que l'eau est pour l'air ce que l'air est pour le feu, et que toutes les transformations de la nature dépendent de celle-ci. L'air, comme aliment du feu, s'assimile avec lui, et se transforme en ce premier élément; l'eau, raréfiée par la chaleur, se transforme en une espèce d'air capable d'alimenter le feu comme l'air ordinaire. Ainsi le feu a un double fonds de subsistance assurée; s'il consomme beaucoup d'air, il peut aussi en produire beaucoup par la raréfaction de l'eau, et réparer ainsi dans la masse de l'atmosphère toute la quantité qu'il en détruit, tandis qu'ultérieurement il se convertit lui-même avec l'air en matière fixe dans les substances terrestres qu'il pénètre par sa chaleur ou par sa lumière.

Et de même que, d'une part, l'eau se convertit en air ou en vapeurs aussi volatiles que l'air par sa raréfaction, elle se convertit en une substance solide par une espèce de condensation différente des condensations ordinaires. Tout fluide se raréfie par la chaleur et se condense par le froid; l'eau suit elle-même cette loi commune, et se condense à mesure qu'elle refroidit : qu'on en remplisse un tube de verre jusqu'aux trois quarts, on la verra descendre à mesure que le froid augmente, et se condenser comme font tous les autres fluides; mais quelque temps avant l'instant de la congélation, on la verra remonter au dessus du point des trois quarts de la hauteur du tube, et s'y renfler encore considérablement en se convertissant en glace : mais si le tube est bien bouché, et parfaitement en repos, l'eau continuera de baisser, et ne se gèlera pas, quoique le degré de froid soit de 6, 8, ou 10 degrés au dessous du terme de la glace, et l'eau ne gèlera que quand on couvrira le tube ou qu'on le remuera. Il semble donc que la congélation nous présente d'une manière inverse les mêmes phénomènes que l'inflammation. Quelque intense, quelque grande que soit une chaleur renfermée dans un vaisseau bien clos, elle ne produira l'inflammation que quand elle touchera quelque matière enflammée; et de même, à quelque degré qu'un fluide soit refroidi, il ne gèlera pas sans toucher quelque substance déjà gelée, et c'est ce qui arrive lorsqu'on remue ou débouche le tube; les particules de l'eau qui sont gelées dans l'air extérieur ou dans l'air contenu dans le tube viennent, lorsqu'on le débouche ou le remue, frapper la surface de l'eau, et lui communiquent leur glace. Dans l'inflammation, l'air, d'abord très-raréfié par la chaleur, perd de son volume et se fixe tout à coup; dans la congélation, l'eau, d'abord condensée par le froid, reprend plus de volume et se fixe de même : car la glace est une substance solide, plus légère que l'eau, et qui conserveroit sa solidité si le froid étoit toujours le même; et je suis porté à croire qu'on viendroit à bout de fixer le mercure à un moindre degré de froid en le sublimant en vapeurs dans un air très-froid. Je suis de même très-porté à croire que l'eau, qui ne doit sa liquidité qu'à la chaleur, et qui la perd avec elle, deviendroit une substance d'autant plus solide et d'autant moins fusible, qu'elle éprouveroit plus fort et plus long-temps la rigueur du froid. On n'a pas fait assez d'expériences sur ce sujet important.

Mais sans nous arrêter à cette idée, c'est-à-dire sans admettre ni sans exclure la possibilité de la conversion de la glace en matière infusible ou terre fixe et solide, passons à des vues plus étendues sur les moyens que la nature emploie pour la transformation de l'eau. Le plus puissant de tous et le plus évident est le filtre animal. Le corps des animaux à coquille, en se nourrissant des particules de l'eau, en

travaille en même temps la substance, au point de la dénaturer. La coquille est certainement une substance terrestre, une vraie pierre, dont toutes les pierres que les chimistes appellent *calcaires*, et plusieurs autres matières, tirent leur origine. Cette coquille paroît, à la vérité, faire partie constitutive de l'animal qu'elle couvre, puisqu'elle se perpétue par la génération, et qu'on la voit dans les petits coquillages qui viennent de naître, comme dans ceux qui ont pris tout leur accroissement; mais ce n'en est pas moins une substance terrestre, formée par la sécrétion ou l'exsudation du corps de l'animal : on la voit s'agrandir, s'épaissir par anneaux et par couches à mesure qu'il prend de la croissance; et souvent cette matière pierreuse excède cinquante ou soixante fois la masse ou matière réelle du corps de l'animal qui la produit. Qu'on se représente pour un instant le nombre des espèces de ces animaux à coquilles, ou, pour les tous comprendre, de ces animaux à transsudation pierreuse; elles sont peut-être en plus grand nombre dans la mer que ne l'est sur la terre le nombre des espèces d'insectes : qu'on se représente ensuite leur prompt accroissement, leur prodigieuse multiplication, le peu de durée de leur vie, dont nous supposerons néanmoins le terme moyen à dix ans [1]; qu'ensuite on considère qu'il faut multiplier par cinquante ou soixante le nombre presque immense de tous les individus de ce genre, pour se faire une idée de toute la matière pierreuse produite en dix ans; qu'enfin on considère que ce bloc déjà si gros de matière pierreuse doit être augmenté d'autant de pareils blocs qu'il y a de fois dix dans tous les siecles qui se sont écoulés depuis le commencement du monde, et l'on se familiarisera avec cette idée, ou plutôt cette vérité d'abord repoussante, que toutes nos collines, tous nos rochers de pierre calcaire, de marbre, de craie, etc., ne viennent originairement que de la dépouille de ces petits animaux. On n'en pourra douter à l'inspection des matières mêmes, qui toutes contiennent encore des coquilles ou des détrimens de coquilles très-aisément reconnoissables.

Les pierres calcaires ne sont donc en très-grande partie que de l'eau et de l'air contenu dans l'eau, transformés par le filtre animal; les sels, les bitumes, les huiles, les graisses de la mer, n'entrent que pour peu ou pour rien dans la composition de la coquille : aussi la pierre calcaire ne contient-elle aucune de ces matières. Cette pierre n'est que de l'eau transformée, jointe à quelques petites portions de terre vitrifiable, et à une très-grande quantité d'air fixe qui s'en dégage par la calcination. Cette opération produit les mêmes effets sur les coquilles qu'on prend dans la mer que sur les pierres qu'on tire des carrières; elles forment également de la chaux, dans laquelle on ne remarque d'autre différence que celle d'un peu plus ou d'un peu moins de qualité. La chaux faite avec des écailles d'huître ou d'autres coquilles est plus foible que la chaux faite avec du marbre ou de la pierre dure; mais le procédé de la nature est le même, les résultats de son opération les mêmes : les coquilles et les pierres perdent également près de moitié de leur poids par l'action du feu dans la calcination; l'eau qui a conservé sa nature en sort la première; après quoi l'air fixe se dégage, et ensuite l'eau fixe dont ces substances pierreuses sont composées, reprend sa première nature et s'éleve en vapeurs poussées et raréfiées par le feu; il ne reste que les parties les plus fixes de cet air et de cette eau, qui peut-être sont si fort unies entre elles et à la petite quantité de terre fixe de la pierre, que le feu ne peut les séparer. La masse se trouve donc réduite de près de moitié, et se réduiroit peut-être encore plus si l'on donnoit un feu plus violent; et ce qui me semble prouver évidemment que cette matière chassée hors de la pierre par le feu n'est autre chose que de l'air et de l'eau, c'est la rapidité, l'avidité avec laquelle cette pierre calcinée reprend l'eau qu'on lui donne, et la force avec laquelle elle la tire de l'atmosphère lorsqu'on la lui refuse. La chaux, par son extinction ou dans l'air ou dans l'eau, reprend en grande partie la masse qu'elle avoit perdue par la calcination; l'eau avec l'air qu'elle contient, vient remplacer l'eau et l'air qu'elle contenoit précédemment : la pierre reprend dès lors sa première nature; car en mêlant sa chaux avec des détrimens d'autres pierres, on fait un mortier qui se durcit, et devient avec le temps une substance solide et pierreuse, comme celle dont on l'a composée.

Après cette exposition, je ne crois pas qu'on puisse douter de la transformation de

1. La plus longue vie des escargots, ou gros limaçons terrestres, s'étend jusqu'à quatorze ans. On peut présumer que les gros coquillages de mer vivent plus long-temps : mais aussi les petits, et les très-petits, tels que ceux qui forment le corail et tous les madrépores, vivent beaucoup moins de temps; et c'est par cette raison que j'ai pris le terme moyen à dix ans.

l'eau en terre ou en pierre par l'intermède des coquilles. Voilà donc, d'une part, toutes les matières calcaires dont on doit rapporter l'origine aux animaux, et, d'autre part, toutes les matières combustibles qui ne proviennent que des substances animales ou végétales : elles occupent ensemble un assez grand espace à la surface de la terre ; et l'on peut juger, par leur volume immense, combien la nature vivante a travaillé pour la nature morte, car ici le brut n'est que le mort.

Mais les matières calcaires et les substances combustibles, quelque grand qu'en soit le nombre, quelque immense que nous en paroisse le volume, ne font qu'une très-petite portion du globe de la terre, dont le fonds principal et la majeure et très-majeure quantité consiste en une matière de la nature du verre ; matière qu'on doit regarder comme l'élément terrestre, à l'exclusion de toutes les autres substances auxquelles elle sert de base comme terre, lorsqu'elles se forment par le moyen ou par le détriment des animaux, des végétaux, et par la transformation des autres élémens. Non seulement cette matière première, qui est la vraie terre élémentaire, sert de base à toutes les autres subtances, et en constitue les parties fixes, mais elle est en même temps le terme ultérieur auquel on peut les ramener et les réduire toutes. Avant de présenter les moyens que la nature et l'art peuvent employer pour opérer cette espèce de réduction de toute substance en verre, c'est-à-dire en terre élémentaire, il est bon de rechercher si les moyens que nous avons indiqués sont les seuls par lesquels l'eau puisse se transformer en substance solide. Il me semble que le filtre animal la convertissant en pierre, le filtre végétal peut également la transformer, lorsque toutes les circonstances se trouvent être les mêmes : la chaleur propre des animaux à coquille étant un peu plus grande que celle des végétaux, et les organes de la vie plus puissans que ceux de la végétation, le végétal ne pourra produire qu'une petite quantité de pierres qu'on trouve assez souvent dans son fruit ; mais il peut convertir, et convertir réellement en sa substance une grande quantité d'air, et une quantité encore plus grande d'eau : la terre fixe qu'il s'approprie, et qui sert de base à ces deux élémens, est en si petite quantité, qu'on peut assurer, sans craindre de se tromper, qu'elle ne fait pas la centième partie de sa masse ; dès lors le végétal n'est presque entièrement composé que d'air et d'eau transformés en bois ; substance solide qui se réduit ensuite en terre par la combustion ou la putréfaction. On doit dire la même chose des animaux ; ils fixent et transforment non seulement l'air et l'eau, mais le feu, en plus grande quantité que les végétaux. Il me paroît donc que les fonctions des corps organisés sont l'un des plus puissans moyens que la nature emploie pour la conversion des élémens. On peut regarder chaque animal ou chaque végétal comme un petit centre particulier de chaleur ou de feu qui s'approprie l'air et l'eau qui l'environnent, se les assimile pour végéter, ou pour se nourrir et vivre des productions de la terre, qui ne sont elles-mêmes que de l'air et de l'eau précédemment fixés ; il s'approprie en même temps une petite quantité de terre, et, recevant les impressions de la lumière et celles de la chaleur du soleil et du globe terrestre, il tourne en sa substance tous ces différens élémens, les travaille, les combine, les réunit, les oppose, jusqu'à ce qu'ils aient subi la forme nécessaire à son développement, c'est-à-dire à l'entretien de la vie et de l'accroissement de l'organisation, dont le moule une fois donné modèle toute la matière qu'il admet, et, de brute qu'elle étoit, la rend organisée.

L'eau, qui s'unit si volontiers avec l'air, et qui entre avec lui en si grande quantité dans les corps organisés, s'unit aussi de préférence avec quelques matières solides, telles que les sels ; et c'est souvent par leur moyen qu'elle entre dans la composition des minéraux. Le sel, au premier coup d'œil, ne paroît être qu'une terre dissoluble dans l'eau, et d'une saveur piquante ; mais les chimistes, en recherchant sa nature, ont très-bien reconnu qu'elle consiste principalement dans la réunion de ce qu'ils nomment le *principe terreux* et le *principe aqueux*. L'expérience de l'acide nitreux, qui ne laisse après sa combustion qu'un peu de terre et d'eau, leur a même fait penser que ce sel, et peut-être tous les autres sels, n'étoient absolument composés que de ces deux élémens : néanmoins il me paroît qu'on peut démontrer aisément que l'air et le feu entrent dans leur composition, puisque le nitre produit une grande quantité d'air dans la combustion, et que cet air fixe suppose du feu fixe qui s'en dégage en même temps ; que d'ailleurs toutes les explications qu'on donne de la dissolution ne peuvent se soutenir à moins qu'elles n'admettent deux forces opposées, l'une attractive, et l'autre ex-

pansive, et par conséquent la présence des élémens de l'air et du feu, qui sont seuls doués de cette seconde force; qu'enfin ce seroit contre toute analogie que le sel ne se trouveroit composé que des deux élémens de la terre et de l'eau, tandis que toutes les autres substances sont composées des quatre élémens. Ainsi, l'on ne doit pas prendre à la rigueur ce que les grands chimistes, MM. Sthal et Macquer, ont dit à ce sujet; les expériences de M. Hales démontrent que le vitriol et le sel marin contiennent beaucoup d'air fixe, que le nitre en contient encore beaucoup plus, et jusqu'à concurrence du huitième de son poids, et le sel de tartre encore plus. On peut donc assurer que l'air entre comme principe dans la composition de tous les sels, et que, comme il ne peut se fixer dans aucune substance qu'à l'aide de la chaleur ou du feu qui se fixent en même temps, ils doivent être comptés au nombre de leurs parties constitutives. Mais cela n'empêche pas que le sel ne doive aussi être regardé comme la substance moyenne entre la terre et l'eau; ces deux élémens entrent en proportion différente dans les différens sels ou substances salines, dont la variété et le nombre sont si grands, qu'on ne peut en faire l'énumération, mais qui, présentées généralement sous les dénominations d'acides et d'alcalis, nous montrent qu'en général il y a plus de terre et moins d'eau dans ces derniers sels, et au contraire plus d'eau et moins de terre dans les premiers.

Néanmoins l'eau, quoique intimement mêlée dans les sels, n'y est ni fixée ni réunie par une force assez grande pour la transformer en matière solide, comme dans la pierre calcaire : elle réside dans le sel ou dans son acide sous sa forme primitive; et l'acide le mieux concentré, le plus dépouillé d'eau, qu'on pourroit regarder ici comme de la terre liquide, ne doit cette liquidité qu'à la quantité de l'air et du feu qu'il contient : toute liquidité, et même toute fluidité, suppose la présence d'une certaine quantité de feu; et quand on attribueroit celle des acides à un reste d'eau qu'on ne peut en séparer, quand même on pourroit les réduire tous sous une forme concrète, il n'en seroit pas moins vrai que leurs saveurs, ainsi que les odeurs et les couleurs, ont toutes également pour principe celui de la force expansive, c'est-à-dire la lumière et les émanations de la chaleur et du feu : car il n'y a que ces principes actifs qui puissent agir sur nos sens, et les affecter d'une manière différente et diversifiée, selon les vapeurs ou particules des différentes substances qu'ils nous apportent et nous présentent. C'est donc à ces principes qu'on doit rapporter non seulement la liquidité des acides, mais aussi leur saveur. Une expérience que j'ai eu occasion de faire un grand nombre de fois, m'a pleinement convaincu que l'alcali est produit par le feu; la chaux faite à la manière ordinaire, et mise sur la langue, même avant d'être éteinte par l'air ou par l'eau, a une saveur qui indique déja la présence d'une certaine quantité d'alcali. Si l'on continue le feu, cette chaux, qui a subi une plus longue calcination, devient plus piquante sur la langue; et celle que l'on tire des fourneaux de forges, où la calcination dure cinq ou six mois de suite, l'est encore davantage. Or, ce sel n'étoit pas contenu dans la pierre avant sa calcination; il augmente en force ou en quantité à mesure que le feu est appliqué plus violemment et plus long-temps à la pierre; il est donc le produit immédiat du feu et de l'air, qui se sont incorporés dans sa substance pendant la calcination, et qui, par ce moyen, sont devenus parties fixes de cette pierre, de laquelle ils ont chassé la plus grande partie des molécules d'eau liquides et solides qu'elle contenoit auparavant. Cela seul me paroît suffisant pour prononcer que le feu est le principe de la formation de l'alcali minéral, et l'on doit en conclure, par analogie, que les autres alcalis doivent également leur formation à la chaleur constante de l'animal et du végétal dont on les tire.

A l'égard des acides, la démonstration de leur formation par le feu et l'air fixes, quoique moins immédiate que celle des alcalis, ne m'en paroît pas moins certaine : nous avons prouvé que le nitre et le phosphore tirent leur origine des matières végétales et animales, que le vitriol tire la sienne des pyrites, des soufres, et des autres matières combustibles; on sait d'ailleurs que ces acides, soit vitrioliques, ou nitreux, ou phosphoriques, contiennent toujours une certaine quantité d'alcali : on doit donc rapporter leur formation et leur saveur au même principe, et, réduisant tous les acides à un seul acide, et tous les alcalis à un seul alcali, ramener tous les sels à une origine commune, et ne regarder leurs différentes saveurs et leurs propriétés particulières et diverses que comme le produit varié des différentes quantités de terre, d'eau, et surtout d'air et de feu fixes, qui sont entrées dans leur composition. Ceux qui contiendront le

plus de ces principes actifs d'air et de feu seront ceux qui auront le plus de puissance et le plus de saveur. J'entends par puissance, la force dont les sels nous paroissent animés pour dissoudre les autres substances : on sait que la dissolution suppose la fluidité; qu'elle ne s'opère jamais entre deux matières sèches ou solides, et que par conséquent elle suppose aussi dans le dissolvant le principe de la fluidité, c'est-à-dire le feu : la puissance du dissolvant sera donc d'autant plus grande, que, d'une part, il contiendra ce principe actif en plus grande quantité, et que, d'autre part, ses parties aqueuses et terreuses auront plus d'affinité avec les parties de même espèce contenues dans les substances à dissoudre; et comme les degrés d'affinité dépendent absolument de la figure des parties intégrantes des corps, ils doivent, comme ces figures, varier à l'infini : on ne doit donc pas être surpris de l'action plus ou moins grande ou nulle de certains sels sur certaines substances, ni des effets contraires d'autres sels sur d'autres substances. Leur principe actif est le même, leur puissance pour dissoudre la même : mais elle demeure sans exercice, lorsque la substance qu'on lui présente repousse celle du dissolvant, ou n'a aucun degré d'affinité avec lui; tandis qu'au contraire elle le saisit avidement toutes les fois qu'il se trouve assez de force d'affinité pour vaincre celle de la cohérence, c'est-à-dire toutes les fois que les principes actifs contenus dans le dissolvant, sous la forme de l'air et du feu, se trouvent plus puissamment attirés par la puissance à dissoudre qu'ils ne le sont par la terre et l'eau qu'il contient; car dès lors ces principes actifs s'en séparent, se développent et pénètrent la substance, qu'ils divisent et décomposent au point de la rendre susceptible, par cette division, d'obéir en liberté à toutes les forces attractives de la terre et de l'eau contenues dans le dissolvant, et de s'unir avec elles assez intimement pour ne pouvoir en être séparées que par d'autres substances qui auroient avec ce même dissolvant un degré encore plus grand d'affinité. Newton est le premier qui ait donné les affinités pour causes des précipitations chimiques ; Stahl, adoptant cette idée, l'a transmise à tous les chimistes, et il me paroît qu'elle est aujourd'hui universellement reçue comme une vérité dont on ne peut douter. Mais ni Newton ni Stahl ne se sont élevés au point de voir que toutes ces affinités, en apparence si différentes entre elles, ne sont au fond que les effets particuliers de la force générale de l'attraction universelle; et, faute de cette vue, leur théorie ne pouvoit être ni lumineuse ni complète, parce qu'ils étoient forcés de supposer autant de petites lois d'affinités différentes qu'il y avoit de phénomènes différens; au lieu qu'il n'y a réellement qu'une seule loi d'affinité, loi qui est exactement la même que celle de l'attraction universelle, et que par conséquent l'explication de tous les phénomènes doit être déduite de cette seule et même cause.

Les sels concourent donc à plusieurs opérations de la nature par la puissance qu'ils ont de dissoudre les autres substances; car, quoiqu'on dise vulgairement que l'eau dissout le sel, il est aisé de sentir que c'est une erreur d'expression fondée sur ce qu'on appelle communément le liquide, le *dissolvant;* le solide, le *corps à dissoudre :* mais dans le réel, lorsqu'il y a dissolution, les deux corps sont actifs et peuvent être également appelés *dissolvans;* seulement regardant le sel comme le dissolvant, le corps dissous peut être indifféremment ou liquide ou solide; et pourvu que les parties du sel soient assez divisées pour toucher immédiatement celles des autres substances, elles agiront et produiront tous les effets de la dissolution. On voit par là combien l'action des sels, et l'action de l'élément de l'eau qui les contient, doivent influer sur la composition des matières minérales. La nature peut produire par ce moyen tout ce que nos arts produisent par le moyen du feu : il ne faut que du temps pour que les sels et l'eau opèrent, sur les substances les plus compactes et les plus dures, la division la plus complete et l'atténuation la plus grande de leurs parties; ce qui les rend alors susceptibles de toutes les combinaisons possibles, et capables de s'unir avec toutes les substances analogues et de se séparer de toutes les autres. Mais ce temps, qui n'est rien pour la nature, et qui ne lui manque pas, est de toutes les choses nécessaires celle qui nous manque le plus; c'est faute de temps que nous ne pouvons imiter ses procédés ni suivre sa marche : le plus grand de nos arts seroit donc l'art d'abréger le temps, c'est-à-dire de faire en un jour ce qu'elle fait en un siècle. Quelque vaine que paroisse cette prétention, il ne faut pas y renoncer : nous n'avons, à la vérité, ni les grandes forces ni le temps encore plus grand de la nature; mais nous avons au dessus d'elle la liberté de les employer comme il nous plaît; notre volonté est une force qui commande à toutes les au-

tres forces, lorsque nous la dirigeons avec intelligence. Ne sommes-nous pas venus à bout de créer à notre usage l'élément du feu qu'elle nous avoit caché? ne l'avons-nous pas tiré des rayons qu'elle ne nous envoyoit que pour nous éclairer? n'avons-nous pas, par ce même élément, trouvé le moyen d'abréger le temps en divisant les corps par une fusion aussi prompte que leur division seroit lente par tout autre moyen? etc.

Mais cela ne doit pas nous faire perdre de vue que la nature ne puisse faire et ne fasse réellement, par le moyen de l'eau, tout ce que nous faisons par celui du feu. Pour le voir clairement, il faut considérer que la décomposition de toute substance ne pouvant se faire que par la division, plus cette division sera grande, et plus la décomposition sera complète. Le feu semble diviser, autant qu'il est possible, les matières qu'il met en fusion; cependant on peut douter si celles que l'eau et les acides tiennent en dissolution ne sont pas encore plus divisées : et les vapeurs que la chaleur élève ne contiennent-elles pas des matières encore plus atténuées? Il se fait donc dans l'intérieur de la terre, au moyen de la chaleur qu'elle renferme et de l'eau qui s'y insinue, une infinité de sublimations, de distillations, de cristallisations, d'agrégations, de disjonctions de toute espèce. Toutes les substances peuvent être, avec le temps, composées et décomposées par ces moyens; l'eau peut les diviser et en atténuer les parties autant et plus que le feu lorsqu'il les fond; et ces parties atténuées, divisées à ce point, se joindront, se réuniront de la même manière que celles du métal fondu se réunissent en se refroidissant. Pour nous faire mieux entendre, arrêtons-nous un instant sur la cristallisation : cet effet, dont les sels nous ont donné l'idée, ne s'opère jamais que quand une substance, étant dégagée de toute autre substance, se trouve très-divisée et soutenue par un fluide qui, n'ayant avec elle que peu ou point d'affinité, lui permet de se réunir et de former, en vertu de sa force d'attraction, des masses d'une figure à peu près semblable à la figure de ses parties primitives. Cette opération, qui suppose toutes les circonstances que je viens d'énoncer, peut se faire par l'intermède du feu aussi bien que par celui de l'eau, et se fait très-souvent par le concours des deux, parce que tout cela ne suppose ou n'exige qu'une division assez grande de la matière pour que ses parties primitives puissent, pour ainsi dire, se trier et former, en se réunissant, des corps figurés comme elles : or le feu peut tout aussi bien, et mieux qu'aucun autre dissolvant, amener plusieurs substances à cet état; et l'observation nous le démontre dans les régules, dans les amiantes, les basaltes et autres productions du feu, dont les figures sont régulières, et qui toutes doivent être regardées comme de vraies cristallisations.

Et ce degré de grande division, nécessaire à la cristallisation, n'est pas encore celui de la plus grande division possible ni réelle, puisque dans cet état les petites parties de la matière sont encore assez grosses pour constituer une masse qui, comme toutes les autres masses, n'obéit qu'à la seule force attractive, et dont les volumes ne se touchant que par des points, ne peuvent acquérir la force répulsive qu'une beaucoup plus grande division ne manqueroit pas d'opérer par un contact plus immédiat; et c'est aussi ce que l'on voit arriver dans les effervescences, où tout d'un coup la chaleur et la lumière sont produites par le mélange de deux liqueurs froides. Ce degré de division de la matière est ici fort au dessus du degré nécessaire à la cristallisation, et l'opération s'en fait aussi rapidement que l'autre s'exécute avec lenteur.

La lumière, la chaleur, le feu, l'air, l'eau, les sels, sont les degrés par lesquels nous venons de descendre du haut de l'échelle de la nature à sa base qui est la terre fixe; et ce sont en même temps les seuls principes qu'on doive admettre et combiner pour l'explication de tous les phénomènes. Ces principes sont réels, indépendans de toute hypothèse et de toute méthode; leur conversion, leur transformation, est tout aussi réelle, puisqu'elle est démontrée par l'expérience. Il en est de même de l'élément de la terre : il peut se convertir en se volatilisant, et prendre la forme des autres élémens, comme ceux-ci prennent la sienne en se fixant. Mais de la même manière que les parties primitives du feu, de l'air ou de l'eau, ne formeront jamais seules des corps ou des masses qu'on puisse regarder comme du feu, de l'air ou de l'eau purs; de même il me paroît très-inutile de chercher dans les matières terrestres une substance de terre pure : la fixité, l'homogénéité, l'éclat transparent du diamant a ébloui les yeux de nos chimistes lorsqu'ils ont donné cette pierre pour la terre élémentaire et pure; on pourroit dire avec autant et aussi peu de fondement que c'est au contraire de l'eau pure,

dont toutes les parties se sont fixées pour composer une substance solide diaphane comme elle. Ces idées n'auroient pas été mises en avant, si l'on eût pensé que l'élément terreux n'a pas plus le privilége de la simplicité absolue que les autres élémens ; que même, comme il est le plus fixe de tous, et par conséquent le plus constamment passif, il reçoit comme base toutes les impressions des autres : il les attire, les admet dans son sein, s'unit, s'incorpore avec eux, les suit et se laisse entraîner par leur mouvement; et par conséquent il n'est ni plus simple ni moins convertible que les autres. Ce ne sont jamais que les grandes masses qu'il faut considérer lorsqu'on veut définir la nature. Les quatre élémens ont été bien saisis par les philosophes, même les plus anciens; le soleil, l'atmosphère, la mer et la terre, sont les grandes masses sur lesquelles ils les ont établis : s'il existoit un astre de phlogistique, une atmosphère d'alcali, un océan d'acide et des montagnes de diamant, on pourroit alors les regarder comme les principes généraux et réels de tous les corps; mais ce ne sont au contraire que des substances particulières, produites, comme toutes les autres, par la combinaison des véritables élémens.

Dans la grande masse de matière solide qui nous représente l'élément de la terre, la couche superficielle est la terre la moins pure : toutes les matières déposées par la mer en forme de sédimens, toutes les pierres produites par les animaux à coquille, toutes les substances composées par la combinaison des détrimens du règne animal ou végétal, toutes celles qui ont été altérées par le feu des volcans, ou sublimées par la chaleur intérieure du globe, sont des substances mixtes et transformées; et quoiqu'elles composent de très-grandes masses, elles ne nous représentent pas assez purement l'élément de la terre : ce sont les matières vitrifiables, dont la masse est mille et cent mille fois plus considérable que celle de toutes ces autres substances, qui doivent être regardées comme le vrai fonds de cet élément; ce sont en même temps celles qui sont composées de la terre la plus fixe, celles qui sont les plus anciennes, et cependant les moins altérées; c'est de ce fonds commun que toutes les autres substances ont tiré la base de leur solidité; car toute matière fixe, décomposée autant qu'elle peut l'être, se réduit ultérieurement en verre par la seule action du feu; elle reprend sa première nature lorsqu'on la dégage des matières fluides ou volatiles qui s'y étoient unies; et ce verre ou matière vitrée qui compose la masse de notre globe, représente d'autant mieux l'élément de la terre, qu'il n'a ni couleur, ni odeur, ni saveur, ni liquidité, ni fluidité; qualités qui toutes proviennent des autres élémens, ou leur appartiennent.

Si le verre n'est pas précisément l'élément de la terre, il en est au moins la substance la plus ancienne; les métaux sont plus récens et moins nobles; la plupart des autres minéraux se forment sous nos yeux : la nature ne produit plus de verre que dans les foyers particuliers de ses volcans, tandis que tous les jours elle forme d'autres substances par la combinaison du verre avec les autres élémens. Si nous voulons nous former une idée juste de ces procédés dans la formation des minéraux, il faut d'abord remonter à l'origine de la formation du globe, qui nous démontre qu'il a été fondu, liquéfié par le feu ; considérer ensuite que de ce degré immense de chaleur il a passé successivement au degré de sa chaleur actuelle; que dans les premiers momens où sa surface a commencé de prendre de la consistance, il a dû s'y former des inégalités, telles que nous en voyons sur la surface des matières fondues et refroidies; que les plus hautes montagnes, toutes composées de matières vitrifiables, existent et datent de ce moment, qui est aussi celui de la séparation des grandes masses de l'air, de l'eau et de la terre; qu'ensuite pendant le long espace de têmps que suppose le refroidissement, ou, si l'on veut, la diminution de la chaleur du globe au point de la température actuelle, il s'est fait dans ces mêmes montagnes, qui étoient les parties les plus exposées à l'action des causes extérieures, une infinité de fusions, de sublimations, d'agrégations et de transformations de toute espèce par le feu de la terre, combiné avec la chaleur du soleil, et toutes les autres causes que cette grande chaleur rendoit plus actives qu'elles ne le sont aujourd'hui; que par conséquent on doit rapporter à cette date la formation des métaux et des minéraux que nous trouvons en grandes masses et en filons épais et continus. Le feu violent de la terre embrasée, après avoir élevé et réduit en vapeurs tout ce qui étoit volatil, après avoir chassé de son intérieur les matières qui composent l'atmosphère et les mers, a dû sublimer en même temps toutes les parties les moins fixes de la terre, les élever et les déposer dans tous les espaces vides, dans toutes les fentes qui se formoient à la sur-

face à mesure qu'elle se refroidissoit. Voilà l'origine et la gradation du gisement et de la formation des matières vitrifiables, qui toutes forment le noyau des plus grandes montagnes, et renferment dans leurs fentes toutes les mines des métaux et des autres matières que le feu a pu diviser, fondre et sublimer. Après ce premier établissement encore subsistant des matières vitrifiables et des minéraux en grande masse qu'on ne peut attribuer qu'à l'action du feu, l'eau, qui jusqu'alors ne formoit avec l'air qu'un vaste volume de vapeurs, commença de prendre son état actuel dès que la superficie du globe fut assez refroidie pour ne la plus repousser et dissiper en vapeurs : elle se rassembla donc et couvrit la plus grande partie de la surface terrestre, sur laquelle se trouvant agitée par un mouvement continuel de flux et de reflux, par l'action des vents, par celle de la chaleur, elle commença d'agir sur les ouvrages du feu; elle altéra peu à peu la superficie des matières vitrifiables; elle en transporta les débris, les déposa en forme de sédimens; elle put nourrir les animaux à coquille; elle ramassa leurs dépouilles, produisit les pierres calcaires, en forma des collines et des montagnes, qui, se desséchant ensuite, reçurent dans leurs fentes toutes les matières minérales qu'elle pouvoit dissoudre ou charrier.

Pour établir une théorie générale sur la formation des minéraux, il faut donc commencer par distinguer avec la plus grande attention, 1° ceux qui ont été produits par le feu primitif de la terre, lorsqu'elle étoit encore brûlante de chaleur; 2° ceux qui ont été formés du détriment des premiers par le moyen de l'eau; et 3° ceux qui, dans les volcans ou dans d'autres incendies postérieurs au feu primitif, ont une seconde fois subi l'épreuve d'une violente chaleur. Ces trois objets sont très-distincts, et comprennent tout le règne minéral : en ne les perdant pas de vue, et y rapportant chaque substance minérale, on ne pourra guère se tromper sur son origine et même sur les degrés de sa formation. Toutes les mines que l'on trouve en masse ou gros filons dans nos hautes montagnes doivent se rapporter à la sublimation du feu primitif : toutes celles au contraire que l'on trouve en petites ramifications, en filets, en végétations, n'ont été formées que du détriment des premières, entraîné par la stillation des eaux. On le voit évidemment en comparant, par exemple, la matière des mines de fer de Suède avec celle de nos mines de fer en grains. Celles-ci sont l'ouvrage immédiat de l'eau, et nous les voyons se former sous nos yeux; elles ne sont point attirables par l'aimant; elles ne contiennent point de soufre, et ne se trouvent que dispersées dans les terres : les autres sont toutes plus ou moins sulfureuses, toutes attirables par l'aimant, ce qui seul suppose qu'elles ont subi l'action du feu; elles sont disposées en grandes masses dures et solides; leur substance est mêlée d'une grande quantité d'asbeste, autre indice de l'action du feu. Il en est de même des autres métaux : leur ancien fonds vient du feu, et toutes leurs grandes masses ont été réunies par son action; mais toutes leurs cristallisations, végétations, granulations, etc., sont dues à des causes secondaires où l'eau a la plus grande part. Je borne ici mes réflexions sur la conversion des élémens, parce que ce seroit anticiper sur celles qu'exige en particulier chaque substance minérale, et qu'elles seront mieux placées dans les articles de l'histoire naturelle des minéraux.

RÉFLEXIONS
SUR LA LOI DE L'ATTRACTION.

Le mouvement des planètes dans leurs orbites est un mouvement composé de deux forces : la première est une force de projection dont l'effet s'exerceroit dans la tangente de l'orbite si l'effet continu de la seconde cessoit un instant; cette seconde force tend vers le soleil, et, par son effet, précipiteroit les planètes vers le soleil si la première force venoit à son tour à cesser un seul instant.

La première de ces forces peut être regardée comme une impulsion dont l'effet est uniforme et constant, et qui a été communiquée aux planètes dès la formation du

système planétaire. La seconde peut être considérée comme une attraction vers le soleil, et se doit mesurer, comme toutes les qualités qui partent d'un centre, par la raison inverse du carré de la distance, comme en effet on mesure les quantités de lumière, d'odeur, etc., et toutes les autres quantités ou qualités qui se propagent en ligne droite et se rapportent à un centre. Or, il est certain que l'attraction se propage en ligne droite, puisqu'il n'y a rien de plus droit qu'un fil à plomb, et que, tombant perpendiculairement à la surface de la terre, il tend directement au centre de la force, et ne s'éloigne que très-peu de la direction du rayon au centre. Donc, on peut dire que la loi de l'attraction doit être la raison inverse du carré de la distance, uniquement parce qu'elle part d'un centre, ou qu'elle y tend, ce qui revient au même.

Mais comme ce raisonnement préliminaire, quelque bien fondé que je le croie, pourroit être contredit par les gens qui font peu de cas de la force des analogies, et qui ne sont accoutumés à se rendre qu'à des démonstrations mathématiques, Newton a cru qu'il valoit beaucoup mieux établir la loi de l'attraction par les phénomènes mêmes que par toute autre voie; et il a en effet démontré géométriquement que si plusieurs corps se meuvent dans des cercles concentriques, et que les carrés des temps de leurs révolutions soient comme les cubes de leurs distances à leur centre commun, les forces centripètes de ces corps sont réciproquement comme les carrés des distances, et que si les corps se meuvent dans des orbites peu différentes d'un cercle, ces forces sont aussi réciproquement comme les carrés des distances, pourvu que les apsides de ces orbites soient immobiles. Ainsi les forces par lesquelles les planètes tendent aux centres ou aux foyers de leurs orbites suivent en effet la loi du carré de la distance; et la gravitation étant générale et universelle, la loi de cette gravitation est constamment celle de la raison inverse du carré de la distance; et je ne crois pas que personne doute de la loi de Kepler, et qu'on puisse nier que cela ne soit ainsi pour Mercure, pour Vénus, pour la terre, pour Mars, pour Jupiter, et pour Saturne, surtout en les considérant à part, et comme ne pouvant se troubler les uns les autres, et en ne faisant attention qu'à leur mouvement autour du soleil.

Toutes les fois donc qu'on ne considérera qu'une planète ou qu'un satellite se mouvant dans son orbite autour du soleil ou d'une autre planète, ou qu'on n'aura que deux corps tous deux en mouvement, ou dont l'un est en repos et l'autre en mouvement, on pourra assurer que la loi de l'attraction suit exactement la raison inverse du carré de la distance, puisque, par toutes les observations, la loi de Kepler se trouve vraie, tant pour les planètes principales que pour les satellites de Jupiter et de Saturne. Cependant on pourroit dès ici faire une objection tirée des mouvemens de la lune, qui sont irréguliers, au point que M. Halley l'apelle *sidus contumax*, et principalement du mouvement de ses apsides, qui ne sont pas immobiles, comme le demande la supposition géométrique sur laquelle est fondé le résultat qu'on a trouvé de la raison inverse du carré de la distance pour la mesure de la force d'attraction dans les planètes.

A cela il y a plusieurs manières de répondre. D'abord on pourroit dire que la loi s'observant généralement dans toutes les autres planètes avec exactitude, un seul phénomène où cette même exactitude ne se trouve pas ne doit pas détruire cette loi; on peut le regarder comme une exception dont on doit chercher la raison particulière. En second lieu, on pourroit répondre, comme l'a fait M. Cotes, que quand même on accorderoit que la loi d'attraction n'est pas exactement dans ce cas en raison inverse du carré de la distance, et que cette raison est un peu plus grande, cette différence peut s'estimer par le calcul, et qu'on trouvera qu'elle est presque insensible, puisque la raison de la force centripète de la lune, qui, de toutes, est celle qui doit être la plus troublée, approche soixante fois plus près de la raison du carré que de la raison du cube de la distance. « Responderi potest, « etiamsi concedamus hunc motum tardissi- « mum exindè profectum quòd vis centri- « petæ proportio aberret aliquantulùm à « duplicata, aberrationem illam per compu- « tum mathematicum inveniri posse, et planè « insensibilem esse : ista enim ratio vis cen- « tripetæ lunaris, quæ omnium maximè tur- « bari debet, paululùm quidem duplicatam « superabit; ad hanc verò sexaginta ferè vi- « cibus propiùs accedet quàm ad triplica- « tam. Sed verior erit responsio, etc. » (*Editoris præf. in edit.* 2am. *Newton.* auctore Roger Cotes.)

Et, en troisième lieu, on doit répondre plus positivement que ce mouvement des apsides ne vient point de ce que la loi d'attraction est un peu plus grande que dans la

raison inverse du carré de la distance, mais de ce qu'en effet le soleil agit sur la lune par une force d'attraction qui doit troubler son mouvement et produire celui des apsides, et que, par conséquent, cela seul pourroit bien être la cause qui empêche la lune de suivre exactement la règle de Kepler. Newton a calculé, dans cette vue, les effets de cette force perturbatrice, et il a tiré de sa théorie les équations et les autres mouvemens de la lune avec une telle précision, qu'ils répondent très-exactement, et à quelques secondes près, aux observations faites par les meilleurs astronomes : mais, pour ne parler que du mouvement des apsides, il fait sentir, dès la XLVe proposition du premier livre, que la progression de l'apogée de la lune vient de l'action du soleil; en sorte que jusqu'ici tout s'accorde, et sa théorie se trouve aussi vraie et aussi exacte dans tous les cas les plus compliqués, comme dans ceux qui le sont le moins.

Cependant un de nos grands géomètres [1] a prétendu que la quantité absolue du mouvement de l'apogée ne pouvoit pas se tirer de la théorie de la gravitation, telle qu'elle est établie par Newton, parce qu'en employant les lois de cette théorie, on trouve que ce mouvement ne devroit s'achever qu'en dix-huit ans, au lieu qu'il s'achève en neuf ans. Malgré l'autorité de cet habile mathématicien, et les raisons qu'il a données pour soutenir son opinion, j'ai toujours été convaincu, comme je le suis encore aujourd'hui, que la théorie de Newton s'accorde avec les observations : je n'entreprendrai pas ici de faire l'examen qui seroit nécessaire pour prouver qu'il n'est pas tombé dans l'erreur qu'on lui reproche; je trouve qu'il est plus court d'assurer la loi de l'attraction telle qu'elle est, et de faire voir que la loi que M. Clairaut a voulu substituer à celle de Newton n'est qu'une supposition qui implique contradiction.

Car admettons pour un instant ce que M. Clairaut prétend avoir démontré, que, par la théorie de l'attraction mutuelle, le mouvement des apsides devroit se faire en dix-huit ans, au lieu de se faire en neuf ans, et souvenons-nous en même temps qu'à l'exception de ce phénomène, tous les autres, quelque compliqués qu'ils soient, s'accordent dans cette même théorie très-exactement avec les observations : à en juger d'abord par les probabilités, cette théorie doit subsister, puisqu'il y a un nombre très-considérable de choses où elle s'accorde parfaitement avec la nature; qu'il n'y a qu'un seul cas où elle en diffère, et qu'il est fort aisé de se tromper dans l'énumération des causes d'un seul phénomène particulier. Il me paroît donc que la première idée qui doit se présenter, est qu'il faut chercher la raison particulière de ce phénomène singulier; et il me semble qu'on pourroit en imaginer quelqu'une : par exemple, si la force magnétique de la terre pouvoit, comme le dit Newton, entrer dans le calcul, on trouveroit peut-être qu'elle influe sur le mouvement de la lune, et qu'elle pourroit produire cette accélération dans le mouvement de l'apogée; et c'est dans ce cas où en effet il faudroit employer deux termes pour exprimer la mesure des forces qui produisent le mouvement de la lune. Le premier terme de l'expression seroit toujours celui de la loi de l'attraction universelle, c'est-à-dire la raison inverse exacte du carré de la distance, et le second terme représenteroit la mesure de la force magnétique.

Cette supposition est sans doute mieux fondée que celle de M. Clairaut, qui me paroît beaucoup plus hypothétique, et sujette d'ailleurs à des difficultés invincibles. Exprimer la loi d'attraction par deux ou plusieurs termes, ajouter à la raison inverse du carré de la distance une fraction du carré-carré, au lieu de $1/xx$ mettre $1/xx + 1/mx4$, me paroît n'être autre chose que d'ajuster une expression de telle façon qu'elle corresponde à tous les cas. Ce n'est plus une loi physique que cette expression représente; car en se permettant une fois de mettre un second, un troisième, un quatrième terme, etc., on pourroit trouver une expression qui, dans toutes les lois d'attraction, représenteroit les cas dont il s'agit, en l'ajustant en même temps aux mouvemens de l'apogée de la lune et aux autres phénomènes; et par conséquent cette supposition, si elle étoit admise, non seulement anéantiroit la loi de l'attraction en raison inverse du carré de la distance, mais même donneroit entrée à toutes les lois possibles et imaginables. Une loi en physique n'est loi que parce que sa mesure est simple, et que l'échelle qui la représente est non seulement la même, mais encore qu'elle est unique, et qu'elle ne peut être représentée par une autre échelle; or, toutes les fois que l'échelle d'une loi ne sera pas représentée par un seul terme, cette simplicité et cette unité d'échelle, qui fait l'essence de la loi, ne

1. M. Clairaut.

subsiste plus, et par conséquent il n'y a plus aucune loi physique.

Comme ce dernier raisonnement pourroit paroître n'être que de la métaphysique, et qu'il y a peu de gens qui la sachent apprécier, je vais tâcher de la rendre sensible en m'expliquant davantage. Je dis donc que toutes les fois qu'on voudra établir une loi sur l'augmentation ou la diminution d'une qualité ou d'une quantité physique, on est strictement assujetti à n'employer qu'un terme pour exprimer cette loi : ce terme est la représentation de la mesure qui doit varier, comme en effet la quantité à mesurer varie ; en sorte que si la quantité, n'étant d'abord qu'un pouce, devient ensuite un pied, une aune, une toise, une lieue, etc., le terme qui l'exprime devient successivement toutes ces choses, ou plutôt les représente dans le même ordre de grandeur ; et il en est de même de toutes les autres raisons dans lesquelles une quantité peut varier.

De quelque façon que nous puissions donc supposer qu'une qualité physique puisse varier, comme cette qualité est une, sa variation sera simple et toujours exprimable par un seul terme, qui en sera la mesure ; et dès qu'on voudra employer deux termes, on détruira l'unité de la qualité physique, parce que ces deux termes représenteront deux variations différentes dans la même qualité, c'est-à-dire deux qualités au lieu d'une. Deux termes sont en effet deux mesures, toutes deux variables et inégalement variables ; et dès lors elles ne peuvent être appliquées à un sujet simple, à une simple qualité ; et si on admet deux termes pour représenter l'effet de la force centrale d'un astre, il est nécessaire d'avouer qu'au lieu d'une force il y en a deux, dont l'une sera relative au premier terme, et l'autre relative au second terme : d'où l'on voit évidemment qu'il faut, dans le cas présent, que M. Clairaut admette nécessairement une autre force différente de l'attraction, s'il emploie deux termes pour représenter l'effet total de la force centrale d'une planète.

Je ne sais pas comment on peut imaginer qu'une loi physique, telle qu'est celle de l'attraction, puisse être exprimée par deux termes par rapport aux distances ; car s'il y avoit, par exemple, une masse M dont la vertu attractive fût exprimée par $aa/xx + b/x4$, n'en résulteroit-il pas le même effet que si cette masse étoit composée de deux matières différentes, comme, par exemple, de $1/2\ M$, dont la loi d'attraction fût exprimée par $2aa/xx$ et de $1/2\ M$, dont l'attraction fût $2b/x4$? cela me paroît absurde.

Mais, indépendamment de ces impossibilités qu'implique la supposition de M. Clairaut, qui détruit aussi l'unité de loi sur laquelle est fondée la vérité et la belle simplicité du système du monde, cette supposition souffre bien d'autres difficultés que M. Clairaut devoit, ce me semble, se proposer avant que de l'admettre, et commencer au moins par examiner d'abord toutes les causes particulières qui pourroient produire le même effet. Je sens que si j'eusse résolu, comme M. Clairaut, le problème des trois corps, et que j'eusse trouvé que la théorie de la gravitation ne donne en effet que la moitié du mouvement de l'apogée, je n'en aurois pas tiré la conclusion qu'il en tire contre la loi de l'attraction ; aussi est-ce cette conclusion que je contredis, et à laquelle je ne crois pas qu'on soit obligé de souscrire, quand même M. Clairaut auroit pu démontrer l'insuffisance de toutes les autres causes particulières.

Newton dit (page 547, tome III) : « In « his computationibus attractionem magne- « ticam terræ non consideravi, cujus itaque « quantitas perparva est et ignoratur ; si « quandò verò hæc attractio investigari po- « terit, et mensura graduum in meridiano, « ac longitudines pendulorum isochronorum « in diversis parallelis, legesque motuum « maris et parallaxis lunæ cum diametris « apparentibus solis et lunæ ex phænomenis « accuratiùs determinatæ fuerint, licebit « calculum hunc omnem accuratiùs repe- « tere. » Ce passage ne prouve-t-il pas bien clairement que Newton n'a pas prétendu avoir fait l'énumération de toutes les causes particulières, et n'indique-t-il pas en effet que, si on trouve quelques différences avec sa théorie et les observations, cela peut venir de la force magnétique de la terre, ou de quelque autre cause secondaire ? et par conséquent, si le mouvement des apsides ne s'accorde pas aussi exactement avec sa théorie que le reste, faudra-t-il pour cela ruiner sa théorie par le fondement, en changeant la loi générale de la gravitation ? ou plutôt ne faudra-t-il pas attribuer à d'autres causes cette différence, qui ne se trouve que dans ce seul phénomène ? M. Clairaut a proposé une difficulté contre le système de Newton ; mais ce n'est tout au plus qu'une difficulté qui ne doit ni ne peut devenir un principe : il faut chercher à la résoudre, et non pas en faire une théorie dont toutes les conséquences ne sont ap-

puyées que sur un calcul; car, comme je l'ai dit, on peut tout représenter avec un calcul, et on ne réalise rien; et si on se permet de mettre un ou plusieurs termes à la suite de l'expression d'une loi physique, comme l'est celle de l'attraction, on ne nous donne plus que de l'arbitraire, au lieu de nous représenter la réalité.

Au reste, il me suffit d'avoir établi les raisons qui me font rejeter la supposition de M. Clairaut; celles que j'ai de croire que, bien loin qu'il ait pu donner atteinte à la loi de l'attraction et renverser l'astronomie physique, elle me paroît, au contraire, demeurer dans toute sa vigueur, et avoir des forces pour aller encore bien loin; et cela, sans que je prétende avoir dit, à beaucoup près, tout ce qu'on peut dire sur cette matière, à laquelle je désirerois qu'on donnât, sans prévention, toute l'attention qu'il faut pour la bien juger.

* Je me suis borné à démontrer que la loi de l'attraction, par rapport à la distance, ne peut être exprimée que par un terme, et non pas deux ou plusieurs termes; que par conséquent l'expression que M. Clairaut a voulu substituer à la loi du carré des distances n'est qu'une supposition qui renferme une contradiction; c'est là le seul point auquel je me suis attaché: mais, comme il paroît, par sa réponse, qu'il ne m'a pas assez entendu, je vais tâcher de rendre mes raisons plus intelligibles en les traduisant en calcul; ce sera la seule réplique que je ferai à sa réponse.

La loi de l'attraction, par rapport à la distance, ne peut pas être exprimée par deux termes.

PREMIÈRE DÉMONSTRATION.

Supposons que $1/x\,2 \pm 1/x\,4$ représente l'effet de cette force par rapport à la distance x; ou, ce qui revient au même, supposons que $1/x\,2 \pm 1/x\,4$, qui représente la force accélératrice, soit égale à une quantité donnée A pour une certaine distance: en résolvant cette équation, la racine x sera ou imaginaire, ou bien elle aura deux valeurs différentes; donc, à différentes distances, l'attraction seroit la même, ce qui est absurde; donc la loi de l'attraction, par rapport à la distance, ne peut pas être exprimée par deux termes. *Ce qu'il falloit démontrer.*

SECONDE DÉMONSTRATION.

La même expression $1/x\,2 \pm 1/x\,4$, si x devient très-grand, pourra se réduire à $1/x\,2$, et si x devient très-petit, elle se réduira à $\pm 1/x\,4$, de sorte que si $1/x\,2 \pm 1/x\,4 = 1/x\,2$, l'exposant n doit être un nombre compris entre 2 et 4; cependant ce même exposant n doit nécessairement renfermer x, puisque la quantité d'attraction doit, de façon ou d'autre, être mesurée par la distance: cette expression prendra donc alors une forme comme $1/x\,2 \pm 1/x\,4 = 1/x\,4$ ou $= 1/x + r$; donc une quantité, qui doit être nécessairement un nombre compris entre 2 et 4, pourroit cependant devenir infinie, ce qui est absurde; donc l'attraction ne peut pas être exprimée par deux termes. *Ce qu'il falloit démontrer.*

On voit que les démonstrations seroient les mêmes contre toutes les expressions possibles qui seroient composées de plusieurs termes; donc la loi d'attraction ne peut être exprimée que par un seul terme. (*Add. Buff.*)

* Je ne voulois rien ajouter à ce que j'ai dit au sujet de la loi de l'attraction, ni faire aucune réponse au nouvel écrit de M. Clairaut: mais comme je crois qu'il est utile pour les sciences d'établir d'une manière certaine la proposition que j'ai avancée, savoir que la loi de l'attraction, et même toute autre loi physique, ne peut jamais être exprimée que par un seul terme, et qu'une nouvelle vérité de cette espèce peut prévenir un grand nombre d'erreurs et de fausses applications dans les sciences physico-mathématiques, j'ai cherché plusieurs moyens de la montrer.

On a vu, dans mon mémoire, les raisons métaphysiques par lesquelles j'établis que la mesure d'une qualité physique et générale dans la nature est toujours simple; que la loi qui représente cette mesure ne peut donc jamais être composée; qu'elle n'est réellement que l'expression de l'effet simple d'une qualité simple; que l'on ne peut donc exprimer cette loi par deux termes, parce qu'une qualité qui est une ne peut jamais avoir deux mesures. Ensuite, *dans l'addition à ce mémoire*, j'ai prouvé démonstrativement cette même vérité par la réduction à l'absurde et par le calcul: ma démonstration est vraie; car il est certain en général que si l'on exprime la loi de l'attraction par une fonction de la distance, et que cette fonction soit composée de deux ou plusieurs termes, comme $1/x\,m \pm 1/x\,1\,2 \pm 1/x\,r$, etc., et que l'on égale cette fonction à une quantité constante A pour une certaine distance;

il est certain, dis-je, qu'en résolvant cette équation, la racine x aura des valeurs imaginaires dans tous les cas, et aussi des valeurs réelles, différentes dans presque tous les cas, et que ce n'est que dans quelques cas, comme dans celui de $1/x2 + 1/x4 = A$, où il y aura deux racines réelles égales, dont l'une sera positive et l'autre négative. Cette exception particulière ne détruit donc pas la vérité de ma démonstration, qui est pour une fonction quelconque; car si en général l'expression de la loi d'attraction est $1/xx + mx^n$, l'exposant n ne peut pas être négatif et plus grand que 2, puisqu'alors la pesanteur deviendroit infinie dans le point de contact : l'exposant n est donc nécessairement positif, et le coefficient m doit être négatif pour faire avancer l'apogée de la lune; par conséquent le cas particulier $1/xx + 1/x4$ ne peut jamais représenter la loi de la pesanteur; et si on se permet une fois d'exprimer cette loi par une fonction de deux termes, pourquoi le second de ces termes seroit-il nécessairement positif? Il y a, comme l'on voit, beaucoup de raisons pour que cela ne soit pas, et aucune raison pour que cela soit.

Dès le temps que M. Clairaut proposa, pour la première fois, de changer la loi de l'attraction et d'y ajouter un terme, j'avois senti l'absurdité qui résultoit de cette supposition, et j'avois fait mes efforts pour la faire sentir aux autres : mais j'ai depuis trouvé une nouvelle manière de la démontrer, qui ne laissera, à ce que j'espère, aucun doute sur ce sujet important. Voici mon raisonnement, que j'ai abrégé autant qu'il m'a été possible :

Si la loi de l'attraction, ou telle autre loi physique que l'on voudra, pouvoit être exprimée par deux ou plusieurs termes, le premier terme étant, par exemple, $1/xx$, il seroit nécessaire que le second terme eût un coefficient indéterminé, et qu'il fût, par exemple, $1/mx4$; et de même, si cette loi étoit exprimée par trois termes, il y auroit deux coefficiens indéterminés, l'un au second, et l'autre au troisième terme, etc. Dès lors cette loi d'attraction, qui seroit exprimée par deux termes $1/xx + 1/mx4$, renfermeroit donc une quantité m qui entreroit nécessairement dans la mesure de la force.

Or, je demande ce que c'est que ce coefficient m : il est clair qu'il ne dépend ni de la masse, ni de la distance; que ni l'une ni l'autre ne peuvent jamais donner sa valeur : comment peut-on donc supposer qu'il y ait en effet une telle quantité physique? existe-t-il dans la nature un coefficient comme un 4, un 5, un 6, etc.? et n'y a-t-il pas de l'absurdité à supposer qu'un nombre puisse exister réellement, ou qu'un coefficient puisse être une qualité essentielle à la matière! Il faudroit pour cela qu'il y eût dans la nature des phénomènes purement numériques, et du même genre que ce coefficient m; sans cela, il est impossible d'en déterminer la valeur, puisqu'une quantité quelconque ne peut jamais être mesurée que par une autre quantité de même genre. Il faut donc que M. Clairaut commence par nous prouver que les nombres sont des êtres réels actuellement existans dans la nature, ou que les coefficiens sont des qualités physiques, s'il veut que nous convenions avec lui que la loi d'attraction, ou toute autre loi physique, puisse être exprimée par deux ou plusieurs termes.

Si l'on veut une démonstration plus particulière, je crois qu'on peut en donner une qui sera à la portée de tout le monde; c'est que la loi de la raison inverse du carré de la distance convient également à une sphère et à toutes les particules de matière dont cette sphère est composée. Le globe de la terre exerce son attraction dans la raison inverse du carré de la distance; et toutes les particules de matière dont ce globe est composé exercent aussi leur attraction dans cette même raison, comme Newton l'a démontré : mais si l'on exprime cette loi de l'attraction d'une sphère par deux termes, la loi de l'attraction des particules qui composent cette sphère ne sera point la même que celle de la sphère; par conséquent cette loi, composée de deux termes, ne sera pas générale, ou plutôt ne sera jamais la loi de la nature.

Les raisons métaphysiques, mathématiques, et physiques, s'accordent donc toutes à prouver que la loi de l'attraction ne peut être exprimée que par un seul terme, et jamais par deux ou plusieurs termes; c'est la proposition que j'ai avancée, et que j'avois à démontrer. (*Supp. Buff.*)

PARTIE EXPÉRIMENTALE.

Depuis vingt-cinq ans que j'ai jeté sur le papier mes idées sur la théorie de la terre, et sur la nature des matières minérales dont le globe est principalement composé, j'ai eu la satisfaction de voir cette théorie confirmée par le témoignage unanime des navigateurs, et par de nouvelles observations que j'ai eu soin de recueillir. Il m'est aussi venu, dans ce long espace de temps, quelques pensées neuves dont j'ai cherché à constater la valeur et la réalité par des expériences : de nouveaux faits acquis par ces expériences, des rapports plus ou moins éloignés, tirés de ces mêmes faits ; des réflexions en conséquence ; le tout lié à mon système général, et dirigé par une vue constante vers les grands objets de la nature ; voilà ce que je crois devoir présenter aujourd'hui à mes lecteurs, surtout à ceux qui, m'ayant honoré de leur suffrage, aiment assez l'histoire naturelle pour chercher avec moi les moyens de l'étendre et de l'approfondir.

Je commencerai par la partie expérimentale de mon travail, parce que c'est sur les résultats de mes expériences que j'ai fondé tous mes raisonnemens, et que les idées même les plus conjecturales, et qui pourroient paroître trop hasardées, ne laissent pas d'y tenir par des rapports qui seront plus ou moins sensibles à des yeux plus ou moins attentifs, plus ou moins exercés, mais qui n'échapperont pas à l'esprit de ceux qui savent évaluer la force des inductions, et apprécier la valeur des analogies.

PREMIER MÉMOIRE.

Expériences sur le progrès de la chaleur dans les corps.

J'ai fait faire dix boulets de fer forgé et battu :

	pouces.
Le premier d'un demi-pouce de diamètre	1/2
Le second de 1 pouce	1
Le troisième de 1 pouce 1/2	1 1/2
Le quatrième de 2 pouces	2
Le cinquième de 2 pouces 1/2	2 1/2
Le sixième de 3 pouces	3
Le septième de 3 pouces 1/2	3 1/2
Le huitième de 4 pouces	4
Le neuvième de 4 pouces 1/2	4 1/2
Le dixième de 5 pouces	5

Ce fer venoit de la forge de Chameçon, près Châtillon-sur-Seine ; et comme tous les boulets ont été faits du fer de cette même forge, leurs poids se sont trouvés à très-peu près proportionnels aux volumes.

Le boulet d'un demi-pouce pesoit 190 grains, ou 2 gros 46 grains.

Le boulet de 1 pouce pesoit 1522 grains, ou 2 onces 5 gros 10 grains.

Le boulet de 1 pouce 1/2 pesoit 5136 grains, ou 8 onces 7 gros 24 grains.

Le boulet de 2 pouces pesoit 12,173 grains, ou 1 livre 5 onces 1 gros 5 grains.

Le boulet de 2 pouces 1/2 pesoit 23,781 grains, ou 2 livres 9 onces 2 gros 21 grains.

Le boulet de 3 pouces pesoit 41,085 grains, ou 4 livres 7 onces 2 gros 45 grains.

Le boulet de 3 pouces 1/2 pesoit 65,254 grains, ou 7 livres 1 once 2 gros 22 grains.

Le boulet de 4 pouces pesoit 97,388 grains, ou 10 livres 9 onces 44 grains.

Le boulet de 4 pouces 1/2 pesoit 138,179 grains, ou 14 livres 15 onces 7 gros 11 grains.

Le boulet de 5 pouces pesoit 190,211 grains, ou 20 livres 10 onces 1 gros 59 grains.

Tous ces poids ont été pris justes avec de très-bonnes balances, en faisant limer peu à peu ceux des boulets qui se sont trouvés un peu trop forts.

Avant de rapporter les expériences, j'observerai :

1° Que, pendant tout le temps qu'on les a faites, le thermomètre, exposé à l'air libre, étoit à la congélation ou à quelques degrés au dessous[1] ; mais qu'on a laissé refroidir les boulets dans une cave où le thermomètre étoit à peu près à dix degrés au dessus de la

1. Division de Réaumur.

congélation, c'est-à-dire au degré de la température des caves de l'Observatoire; et c'est ce degré que je prends ici pour celui de la température actuelle de la terre.

2° J'ai cherché à saisir deux instans dans le refroidissement : le premier où les boulets cessoient de brûler, c'est-à-dire le moment où on pouvoit les toucher et les tenir avec la main pendant une seconde, sans se brûler; le second temps de ce refroidissement étoit celui où les boulets se sont trouvés refroidis jusqu'au point de la température actuelle, c'est-à-dire à dix degrés au dessus de la congélation. Et, pour connoître le moment de ce refroidissement jusqu'à la température actuelle, on s'est servi d'autres boulets de comparaison de même matière et de mêmes diamètres, qui n'avoient pas été chauffés, et que l'on touchoit en même temps que ceux qui avoient été chauffés. Par cet attouchement immédiat et simultané de la main ou des deux mains sur les deux boulets on pouvoit juger assez bien du moment où ces boulets étoient également froids : cette manière simple est non seulement plus aisée que le thermomètre, qu'il eût été difficile d'appliquer ici, mais elle est encore plus précise, parce qu'il ne s'agit que de juger de l'égalité et non pas de la proportion de la chaleur, et que nos sens sont meilleurs juges que les instrumens de tout ce qui est absolument égal ou parfaitement semblable. Au reste, il est plus aisé de reconnoître l'instant où les boulets cessent de brûler, que celui où ils se sont refroidis à la température actuelle, parce qu'une sensation vive est toujours plus précise qu'une sensation tempérée, attendu que la première nous affecte d'une manière plus forte.

3° Comme le plus ou le moins de poli ou de brut sur le même corps fait beaucoup à la sensation du toucher, et qu'un corps poli semble être plus froid s'il est froid, et plus chaud s'il est chaud, qu'un corps brut de même matière, quoiqu'ils le soient tous deux également, j'ai eu soin que les boulets froids fussent bruts et semblables à ceux qui avoient été chauffés, dont la surface étoit semée de petites éminences produites par l'action du feu.

EXPÉRIENCES.

1. Le boulet d'un demi-pouce a été chauffé à blanc en 2 minutes.
   Il s'est refroidi au point de le tenir dans la main en 12 minutes.
   Refroidi au point de la température actuelle en 39 minutes.
2. Le boulet de 1 pouce a été chauffé à blanc en 5 minutes 1/2.
   Il s'est refroidi au point de le tenir dans la main en 35 minutes 1/2.
   Refroidi au point de la température actuelle en 1 heure 33 minutes.
3. Le boulet de 1 pouce 1/2 a été chauffé à blanc en 9 minutes.
   Il s'est refroidi au point de le tenir dans la main en 58 minutes.
   Refroidi au point de la température actuelle en 2 heures 25 minutes.
4. Le boulet de 2 pouces a été chauffé à blanc en 13 minutes.
   Il s'est refroidi au point de le tenir dans la main en 1 heure 20 minutes.
   Refroidi au point de la température actuelle en 3 heures 16 minutes.
5. Le boulet de 2 pouces 1/2 a été chauffé à blanc en 16 minutes.
   Il s'est refroidi au point de le tenir dans la main en 1 heure 42 minutes.
   Refroidi au point de la température actuelle en 4 heures 30 minutes.
6. Le boulet de 3 pouces a été chauffé à blanc en 19 minutes 1/2.
   Il s'est refroidi au point de le tenir dans la main en 2 heures 7 minutes.
   Refroidi au point de la température actuelle en 5 heures 8 minutes.
7. Le boulet de 3 pouces 1/2 a été chauffé à blanc en 23 minutes 1/2.
   Il s'est refroidi au point de le tenir dans la main en 2 heures 36 minutes.
   Refroidi au point de la température actuelle en 5 heures 56 minutes.
8. Le boulet de 4 pouces a été chauffé à blanc en 27 minutes 1/2.
   Il s'est refroidi au point de le tenir dans la main en 3 heures 2 minutes.
   Refroidi au point de la température actuelle en 6 heures 55 minutes.
9. Le boulet de 4 pouces 1/2 a été chauffé à blanc en 31 minutes.
   Il s'est refroidi au point de le tenir dans la main en 3 heures 25 minutes.
   Refroidi au point de la température actuelle en 7 heures 46 minutes.
10. Le boulet de 5 pouces a été chauffé à blanc en 34 minutes.
   Il s'est refroidi au point de le tenir dans la main en 3 heures 52 minutes.
   Refroidi au point de la température actuelle en 8 heures 42 minutes.

La différence la plus constante que l'on puisse prendre entre chacun des termes qui expriment le temps du refroidissement, depuis l'instant où l'on tire les boulets du feu, jusqu'à celui où on peut les toucher sans se brûler, se trouve être de vingt-quatre minutes; car en supposant chaque terme augmenté de vingt-quatre, on aura 12′, 36′, 60′, 84′, 108′, 132′, 156′, 180′, 204′, 228′.

Et la suite des temps réels de ces refroidissemens, trouvés par les expériences précédentes, est 12′, 35′ 1/2, 58′, 80′, 102′, 127′, 156′, 182′, 205′, 232′; ce qui appro-

che de la première autant que l'expérience peut approcher du calcul.

De même la différence la plus constante que l'on puisse prendre entre chacun des termes du refroidissement jusqu'à la température actuelle, se trouve être de 54 minutes; car, en supposant chaque terme augmenté de 54, on aura 39′, 93′, 147′, 201′, 255′, 309′, 363′, 417′, 471′, 525′.

Et la suite des temps réels de ce refroidissement, trouvés par les expériences précédentes, est 39′, 93′, 145′, 196′, 248′, 308′, 356′, 415′, 466′, 522′; ce qui approche aussi beaucoup de la première suite supposée.

J'ai fait une seconde et une troisième fois les mêmes expériences sur les mêmes boulets; mais j'ai vu que je ne pouvois compter que sur les premières, parce que je me suis aperçu qu'à chaque fois qu'on chauffoit les boulets, ils perdoient considérablement de poids; car

Le boulet d'un demi-pouce, après avoir été chauffé trois fois, avoit perdu environ la dix-huitième partie de son poids.

Le boulet de 1 pouce, après avoir été chauffé trois fois, avoit perdu environ la seizième partie de son poids.

Le boulet de 1 pouce 1/2, après avoir été chauffé trois fois, avoit perdu la quinzième partie de son poids.

Le boulet de 2 pouces, après avoir été chauffé trois fois, avoit perdu à peu près la quatorzième partie de son poids.

Le boulet de 2 pouces 1/2, après avoir été chauffé trois fois, avoit perdu à peu près la treizième partie de son poids.

Le boulet de 3 pouces, après avoir été chauffé trois fois, avoit perdu à peu près la treizième partie de son poids.

Le boulet de 3 pouces 1/2, après avoir été chauffé trois fois, avoit perdu encore un peu plus de la treizième partie de son poids.

Le boulet de 4 pouces, après avoir été chauffé trois fois, avoit perdu la douzième partie et demie de son poids.

Le boulet de 4 pouces 1/2, après avoir été chauffé trois fois, avoit perdu un peu plus de la douzième partie et demie de son poids.

Le boulet de 5 pouces, après avoir été chauffé trois fois, avoit perdu à très-peu près la douzième partie de son poids; car il pesoit, avant d'avoir été chauffé, 20 livres 10 onces 1 gros 59 grains[1].

On voit que cette perte sur chacun des boulets est extrêmement considérable, et qu'elle paroît aller en augmentant, à mesure que les boulets sont plus gros; ce qui vient, à ce que je présume, de ce que l'on est obligé d'appliquer le feu violent d'autant plus long-temps que les corps sont plus grands; en tout, cette perte de poids non seulement est occasionée par le desséchement des parties de la surface qui se réduisent en scories, et qui tombent dans le feu, mais encore par une espèce de desséchement ou de calcination intérieure qui diminue la pesanteur des parties constituantes du fer; en sorte qu'il paroît que le feu violent rend le fer spécifiquement plus léger à chaque fois qu'on le chauffe. Au reste, j'ai trouvé, par des expériences ultérieures, que cette diminution de pesanteur varie beaucoup, selon la différente qualité du fer.

Ayant donc fait faire six nouveaux boulets, depuis un demi-pouce jusqu'à trois pouces de diamètre, et du même poids que les premiers, j'ai trouvé les mêmes progressions tant pour l'entrée que pour la sortie de la chaleur, et je me suis assuré que le fer s'échauffe et se refroidit en effet comme je viens de l'exposer.

Un passage de Newton a donné naissance à ces expériences.

« Globus ferri candentis, digitum unum
« latus, calorem suum omnem spatio horæ
« unius, in aëre consistens, vix amitteret.
« Globus autem major calorem diutiùs con-
« servaret in ratione diametri, propterea
« quòd superficis (ad cujus mensuram per
« contactum aëris ambientis refrigeratur) in
« illa ratione minor est pro quantitate ma-
« teriæ suæ calidæ inclusæ; ideoque globus
« ferri candentis huic terræ æqualis, id est,
« pedes plus minùs 40000000 latus, diebus
« totidem et idcirco annis 50000, vix re-
« frigesceret. Suspicor tamen quòd duratio
« caloris ob causas latentes augeatur in minori
« ratione quàm eâ diametri; et optarim ratio-
« nem veram per experimenta investigari. »

Newton désiroit donc qu'on fît les expériences que je viens d'exposer; et je me suis déterminé à les tenter, non seulement parce que j'en avois besoin pour des vues semblables aux siennes, mais encore parce que j'ai cru m'apercevoir que ce grand homme pouvoit s'être trompé en disant que la durée de la chaleur devoit n'augmenter, par l'effet des causes cachées, qu'en *moindre* raison que celle du diamètre: il m'a paru au contraire,

1. Je n'ai pas eu occasion de faire les mêmes expériences sur des boulets de fonte de fer; mais M. de Montbeillard, lieutenant-colonel du régiment Royal-Artillerie, m'a communiqué la note suivante qui y supplée parfaitement. On a pesé plusieurs boulets, avant de les chauffer, qui se sont trouvés du poids de 27 livres et plus. Après l'opération, ils ont été réduits à 24 livres 1/4 et 24 livres 1/2. On a vérifié sur une grande quantité de boulets, que plus on les a chauffés, et plus ils ont augmenté de volume et diminué de poids; enfin sur quarante mille boulets chauffés et râpés pour les réduire au calibre des canons, on a perdu dix mille, c'est-à-dire un quart; en sorte qu'à tous égards, cette pratique est mauvaise.

en y réfléchissant, que ces causes cachées ne pouvoient que rendre cette raison plus grande au lieu de la faire plus petite.

Il est certain, comme dit Newton, qu'un globe plus grand conserveroit sa chaleur plus long-temps qu'un plus petit, en raison du diamètre, si on supposoit ces globes composés d'une matière parfaitement perméable à la chaleur, en sorte que la sortie de la chaleur fût absolument libre, et que les particules ignées ne trouvassent aucun obstacle qui pût les arrêter ni changer le cours de leur direction. Ce n'est que dans cette supposition mathématique que la durée de la chaleur seroit en effet en raison du diamètre; mais les causes cachées dont parle Newton, et dont les principales sont les obstacles qui résultent de la perméabilité non absolue, imparfaite et inégale de toute matière solide, au lieu de diminuer le temps de la durée de la chaleur, doivent au contraire l'augmenter. Cela m'a paru si clair, même avant d'avoir tenté mes expériences, que je serois porté à croire que Newton, qui voyoit clair aussi jusque dans les choses mêmes qu'il ne faisoit que soupçonner, n'est pas tombé dans cette erreur, et que le mot *minori ratione* au lieu de *majori* n'est qu'une faute de sa main ou de celle d'un copiste, qui s'est glissée dans toutes les éditions de son ouvrage, du moins dans toutes celles que j'ai pu consulter. Ma conjecture est d'autant mieux fondée, que Newton paroît dire ailleurs précisément le contraire de ce qu'il dit ici; c'est dans la onzième question de son *Traité d'optique:* « Les corps d'un grand volume, dit-il, ne conservent-ils pas plus long-temps (ce mot *plus long-temps* ne peut signifier ici qu'*en raison plus grande que celle du diamètre*) leur chaleur, parce que leurs parties s'échauffent réciproquement? et un corps vaste, dense et fixe, étant une fois échauffé au delà d'un certain degré, ne peut-il pas jeter de la lumière en telle abondance, que par l'émission et la réaction de sa lumière, par les réflexions et les réfractions de ses rayons au dedans de ses pores, il devienne toujours plus chaud, jusqu'à ce qu'il parvienne à un certain degré de chaleur qui égale la chaleur du soleil? et le soleil et les étoiles fixes, ne sont-ce pas de vastes terres violemment échauffées, dont la chaleur se conserve par la grosseur de ces corps, et par l'action et la réaction réciproques entre eux et la lumière qu'ils jettent, leurs parties étant d'ailleurs empêchées de s'évaporer en fumée, non seulement par leur fixité, mais encore par le vaste poids et la grande densité des atmosphères, qui, pesant de tous côtés, les compriment très-fortement, et condensent les vapeurs et les exhalaisons qui s'élèvent de ces corps-là? »

Par ce passage, on voit que Newton non seulement est ici de mon avis sur la durée de la chaleur, qu'il suppose en raison plus grande que celle du diamètre, mais encore qu'il renchérit beaucoup sur cette augmentation en disant qu'un grand corps, par cela même qu'il est grand, peut augmenter sa chaleur.

Quoi qu'il en soit, l'expérience a pleinement confirmé ma pensée. La durée de la chaleur, ou, si l'on veut, le temps employé au refroidissement du fer, n'est point en plus *petite*, mais en plus *grande* raison que celle du diamètre; il n'y a, pour s'en assurer, qu'à comparer les progressions suivantes:

DIAMÈTRES.

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 demi-pouces.

Temps du premier refroidissement, supposés en raison du diamètre: 12′, 24′, 36′, 48′, 60′, 72′, 84′, 96′, 108′, 120′.

Temps réels de ce refroidissement, trouvés par l'expérience: 12′, 35′ 1/2, 58′, 80′, 102′, 127′, 156′, 182′, 205′, 232′.

Temps du second refroidissement, supposés en raison du diamètre: 39′, 78′, 117′, 156′, 195′, 234′, 273′, 312′, 351′, 390.

Temps réels de ce second refroidissement, trouvés par l'expérience: 39′, 93′, 145′, 196′, 248′, 308′, 356′, 415′, 466′, 522′.

On voit, en comparant ces progressions terme à terme, que dans tous les cas la durée de la chaleur non seulement n'est pas en raison plus petite que celle du diamètre (comme il est écrit dans Newton), mais qu'au contraire cette durée est en raison considérablement plus grande.

Le docteur Martine, qui a fait un bon ouvrage sur les thermomètres, rapporte ce passage de Newton, et il dit qu'il avoit commencé de faire quelques expériences qu'il se proposoit de pousser plus loin; qu'il croit que l'opinion de Newton est conforme à la vérité, et que les corps semblables conservent en effet la chaleur dans la proportion de leurs diamètres; mais que quant au doute que Newton forme, si, dans les grands corps, cette proportion n'est pas moindre que celle des diamètres, il ne le croit pas suffisamment fondé. Le docteur Martine avoit raison à cet égard; mais en même temps il avoit tort de croire, d'après

Newton, que tous les corps semblables, solides ou fluides, conservent leur chaleur en raison de leurs diamètres. Il rapporte, à la vérité, des expériences faites avec de l'eau dans des vases de porcelaine, par lesquelles il trouve que les temps du refroidissement de l'eau sont presque proportionnels aux diamètres des vases qui la contiennent : mais nous venons de voir que c'est par cette raison même que, dans les corps solides, la chose se passe différemment; car l'eau doit être regardée comme une matière presque entièrement perméable à la chaleur, puisque c'est un fluide homogène, et qu'aucune de ses parties ne peut faire obstacle à la circulation de la chaleur. Ainsi, quoique les expériences du docteur Martine donnent à peu près la raison du diamètre pour le refroidissement de l'eau, on ne doit en rien conclure pour le refroidissement des corps solides.

Maintenant, si l'on vouloit chercher avec Newton combien il faudroit de temps à un globe gros comme la terre pour se refroidir, on trouveroit, d'après les expériences précédentes, qu'au lieu de cinquante mille ans qu'il assigne pour le temps du refroidissement de la terre jusqu'à la température actuelle, il faudroit déjà quarante-deux mille neuf cent soixante-quatre ans et deux cent vingt-un jours pour la refroidir seulement jusqu'au point où elle cesseroit de brûler, et quatre-vingt-seize mille six cent soixante-dix ans et cent trente-deux jours pour la refroidir à la température actuelle.

Car la suite des diamètres des globes étant 1, 2, 3, 4, 5.......N demi-pouces, celle des temps du refroidissement, jusqu'à pouvoir toucher les globes sans se brûler, sera 12, 36, 60, 84, 108......24 N — 12 min. et le diamètre de la terre étant de 2865 lieues, de 25 au degré, ou de 6537930 toises de 6 pieds.

En faisant la lieue de 2282 toises, ou de 39227580 pieds, ou de 941461920 demi-pouces, nous avons $N = 941461920$ demi-pouces ; et $24\ N - 12 = 22595086068$ min., c'est-à-dire quarante-deux mille neuf cent soixante-quatre ans et deux cent vingt-un jours pour le temps nécessaire au refroidissement d'un globe gros comme la terre, seulement jusqu'au point de pouvoir le toucher sans se brûler.

Et de même la suite des temps du refroidissement jusqu'à la température actuelle, sera 39′, 93′, 147′, 201′, 255′.......54 N — 15′.

Et comme N est toujours $= 941461920$ demi-pouces, nous aurons $54\ N - 15 = 50838943662$ minutes, c'est-à-dire quatre-vingt-seize mille six cent soixante-dix ans et cent trente-deux jours pour le temps nécessaire au refroidissement d'un globe gros comme la terre, au point de la température actuelle.

Seulement on pourroit croire que celui du refroidissement de la terre devoit encore être considérablement augmenté, parce que l'on imagine que le refroidissement ne s'opère que par le contact de l'air, et qu'il y a une grande différence entre le temps du refroidissement dans l'air et le temps du refroidissement dans le vide; et comme l'on doit supposer que la terre et l'air se seroient en même temps refroidis dans le vide, on dira qu'il faut faire état de ce surplus de temps : mais il est aisé de faire voir que cette différence est très-peu considérable ; car, quoique la densité du milieu dans lequel un corps se refroidit, fasse quelque chose sur la durée du refroidissement, cet effet est bien moindre qu'on ne pourroit l'imaginer, puisque dans le mercure, qui est onze mille fois plus dense que l'air, il ne faut, pour refroidir les corps qu'on y plonge, qu'environ neuf fois autant de temps qu'il en faut pour produire le même refroidissement dans l'air.

La principale cause du refroidissement n'est donc pas le contact du milieu ambiant, mais la force expansive qui anime les parties de la chaleur et du feu, qui les chasse hors des corps où elles résident, et les pousse directement du centre à la circonférence.

En comparant, dans les expériences précédentes, les temps employés à chauffer les globes de fer avec les temps nécessaires pour les refroidir, on verra qu'il faut environ la sixième partie et demie du temps pour les chauffer à blanc de ce qu'il en faut pour les refroidir au point de pouvoir les tenir à la main, et environ la quinzième partie et demie du temps qu'il faut pour les refroidir au point de la température actuelle[1]; en sorte qu'il y a encore une très-grande correction à faire dans le texte de Newton, sur l'estime qu'il fait de la chaleur que le soleil a

1. Le boulet de 1 pouce et celui d'un demi-pouce surtout ont été chauffés en bien moins de temps, et ne suivent point cette proportion de 15 1/2 à 1, et c'est par la raison qu'étant très-petits et placés dans un grand feu, la chaleur les pénétroit, pour ainsi dire, tout à coup; mais, à commencer par les boulets de 1 pouce 1/2 de diamètre, la proportion que j'établis ici se trouve assez exacte pour qu'on puisse y compter.

communiquée à la comète de 1680 : car cette comète n'ayant été exposée à la violente chaleur du soleil que pendant un petit temps, elle n'a pu la recevoir qu'en proportion de ce temps, non pas en entier, comme Newton paroît le supposer dans le passage que je vais rapporter.

« Est calor solis ut radiorum densitas, « hoc est reciprocè ut quadratum distantiæ « locorum à sole; ideoque, cùm distantia co« metæ à centro solis december 8, ubi in « perihelio versabatur, esset ad distantiam « terræ à centro solis ut 6 ad 1000 circiter, « calor solis apud cometam eo tempore erat « ad calorem solis æstivi apud nos ut 1000000 « ad 36, sed 28000 ad 1. Sed calor aquæ « ebullientis est quasi triplò major quàm « calor quem terra arida concipit ad æsti« vum solem, ut expertus sum, etc. Calor « ferri candentis (si rectè conjector) quasi « triplò vel quadruplò major quàm calor « aquæ ebullientis; ideoque calor quem « terra arida apud cometam in perihelio « versantem ex radiis solaribus concipere « posset, quasi 2000 vicibus major quàm « calor ferri candentis. Tanto autem calore « vapores et exhalationes, omnisque materia « volatilis, statim consumi ac dissipari de« buissent.

« Cometa igitur in perihelio suo calorem « immensum ad solem concepit, et calorem « illum diutissimè conservare potest. »

Je remarquerai d'abord que Newton fait ici la chaleur du fer rougi beaucoup moindre qu'elle n'est en effet, et qu'il le dit lui-même dans un mémoire qui a pour titre : *Échelle de la chaleur*, et qu'il a publié dans les *Transactions philosophiques* de 1701, c'est-à-dire plusieurs années après la publication de son livre des *Principes*. On voit dans ce mémoire, qui est excellent, et qui renferme le germe de toutes les idées sur lesquelles on a depuis construit les thermomètres; on y voit, dis-je, que Newton, après des expériences très-exactes, fait la chaleur de l'eau bouillante trois fois plus grande que celle du soleil d'été; celle de l'étain fondant, six fois plus grande; celle du plomb fondant, huit fois plus grande; celle du régule fondant, douze fois plus grande; et celle d'un feu de cheminée ordinaire, seize ou dix-sept fois plus grande que celle du soleil d'été : et de là on ne peut s'empêcher de conclure que la chaleur du fer rougi à blanc ne soit encore bien plus grande, puisqu'il faut un feu constamment animé par le soufflet pour chauffer le fer à ce point. Newton paroît lui-même le sentir, et donner à entendre que cette chaleur du fer rougi paroît être sept ou huit fois plus grande que celle de l'eau bouillante. Ainsi il faut, suivant Newton lui-même, changer trois mots au passage précédent, et lire : « Calor ferri candentis est quasi triplò (sep« tulò) vel quadruplò (octuplò) major quam « calor aquæ ebullientis; ideoque calor apud « cometam in perihelio versantem quasi « 2000 (1000) vicibus major quàm calor « ferri candentis. » Cela diminue de moitié la chaleur de cette comète, comparée à celle du fer rougi à blanc.

Mais cette diminution, qui n'est que relative, n'est rien en elle-même, ni rien en comparaison de la diminution réelle et très-grande qui résulte de notre première considération; il faudroit, pour que la comète eût reçu cette chaleur mille fois plus grande que celle du fer rougi, qu'elle eût séjourné pendant un temps très-long dans le voisinage du soleil, au lieu qu'elle n'a fait que passer très-rapidement, surtout à la plus petite distance, sur laquelle seule néanmoins Newton établit son calcul de comparaison. Elle étoit, le 8 décembre 1680, à 6/1000 de la distance de la terre au centre du soleil; mais la veille ou le lendemain, c'est-à-dire vingt-quatre heures avant et vingt-quatre heures après, elle étoit déjà à une distance six fois plus grande, et où la chaleur étoit par conséquent trente-six fois moindre.

Si l'on vouloit donc connoître la quantité de cette chaleur communiquée à la comète par le soleil, voici comment on pourroit faire cette estimation assez juste, et en faire en même temps la comparaison avec celle du feu ardent, au moyen de mes expériences.

Nous supposerons comme un fait, que cette comète a employé six cent soixante-six heures à descendre du point où elle étoit encore éloignée du soleil d'une distance égale à celle de la terre à cet astre, auquel point la comète recevoit par conséquent une chaleur égale à celle que la terre reçoit du soleil, et que je prends ici pour l'unité : nous supposerons de même que la comète a employé six cent soixante-six autres heures à remonter du point le plus bas de son périhélie à cette même distance; et, supposant aussi son mouvement uniforme, on verra que la comète étant au point le plus bas de son périhélie, c'est-à-dire à 6/1000 de distance de la terre au soleil, la chaleur qu'elle a reçue dans ce moment étoit vingt-sept mille sept cent soixante-seize fois plus grande que celle que reçoit la terre : en donnant à

ce moment une durée de 80 minutes, savoir, 40 minutes en descendant et 40 minutes en montant, on aura :

A 6 de distance, 27776 de chaleur pendant 80 minutes ;

A 7 de distance, 20408 de chaleur aussi pendant 80 minutes ;

A 8 de distance, 15625 de chaleur toujours pendant 80 minutes ; et ainsi de suite jusqu'à la distance 1000, où la chaleur est 1. En sommant toutes les chaleurs à chaque distance, on trouvera 363410 pour le total de la chaleur que la comète a reçue du soleil tant en descendant qu'en remontant, qu'il faut multiplier par le temps, c'est-à-dire par 4/5 d'heure ; on aura donc 484547, qu'on divisera par 2000, qui représente la chaleur totale que la terre a reçue dans ce même temps de 1332 heures, puisque la distance est toujours 1000, et la chaleur toujours = 1 : ainsi l'on aura 242 547/2000 pour la chaleur que la comète a reçue de plus que la terre pendant tout le temps de son périhélie, au lieu de 28000, comme Newton le suppose, parce qu'il ne prend que le point extrême, et ne fait nulle attention à la très-petite durée du temps.

Et encore faudroit-il diminuer cette chaleur 242 547/2000, parce que la comète parcouroit, par son accélération, d'autant plus de chemin dans le même temps qu'elle étoit près du soleil.

Mais, en négligeant cette diminution, et en admettant que la comète a en effet reçu une chaleur à peu près deux cent quarante-deux fois plus grande que celle de notre soleil d'été, et par conséquent 17 2/7 plus grande que celle du fer ardent, suivant l'estime de Newton, ou seulement dix fois plus grande, suivant la correction qu'il faut faire à cette estime, on doit supposer que, pour donner une chaleur dix fois plus grande que celle du fer rougi, il faudroit dix fois plus de temps, c'est-à-dire 13320 heures au lieu de 1332. Par conséquent on peut comparer à la comète un globe de fer qu'on auroit chauffé à un feu de forge pendant 13320 heures pour pouvoir le rougir à blanc.

Or, on voit, par mes expériences, que la suite des temps nécessaires pour chauffer des globes dont les diamètres croissent, comme 1, 2, 3, 4, 5.... n demi-pouces, est, à très-peu près, 2', 5' 1/2, 9', 12' 1/2, 16'... $7n - 3/2$ minutes.

On aura donc $7n - 3/2 = 799200$ minutes.

D'où l'on tirera $n = 228342$ demi-pouces.

Ainsi, avec le feu de forge, on ne pourroit chauffer à blanc en 799200 minutes ou 13320 heures qu'un globe dont le diamètre seroit de 228342 demi-pouces, et par conséquent il faudroit, pour que toute la masse de la comète soit chauffée au point du fer rougi à blanc pendant le peu de temps qu'elle a été exposée aux ardeurs du soleil, qu'elle n'eût eu que 228342 demi-pouces de diamètre, et supposer encore qu'elle eût été frappée de tous côtés et en même temps par la lumière du soleil : d'où il résulte que si on la suppose plus grande, il faut nécessairement supposer plus de temps dans la même raison de n à $7n - 3/2$; en sorte, par exemple, que si l'on veut supposer la comète égale à la terre, on aura $n = 941461920$ demi-pouces, et $7n - 3/2 = 3295116718$ minutes, c'est-à-dire qu'au lieu de 13320 heures il en faudroit 54918612, ou, si l'on veut, au lieu d'un an 190 jours, il faudroit 6269 ans pour chauffer à blanc un globe gros comme la terre ; et, par la même raison, il faudroit que la comète, au lieu de n'avoir séjourné que 1332 heures ou 55 jours 12 heures dans tout son périhélie, y eût demeuré pendant 392 ans. Ainsi les comètes, lorsqu'elles approchent du soleil, ne reçoivent pas une chaleur immense, ni très-long-temps durable, comme le dit Newton, et comme on seroit porté à le croire à la première vue : leur séjour est si court dans le voisinage de cet astre, que leur masse n'a pas le temps de s'échauffer, et qu'il n'y a guère que la partie de la surface, exposée au soleil, qui soit brûlée par ces instans de chaleur extrême, laquelle, en calcinant et volatilisant la matière de cette surface, la chasse au dehors en vapeurs et en poussière du côté opposé au soleil ; et ce qu'on appelle *la queue d'une comète*, n'est autre chose que la lumière même du soleil rendue sensible, comme dans une chambre obscure, par ces atomes que la chaleur pousse d'autant plus loin qu'elle est plus violente.

Mais une autre considération bien différente de celle-ci et encore plus importante, c'est que, pour appliquer le résultat de nos expériences et de notre calcul à la comète et à la terre, il faut les supposer composées de matières qui demanderoient autant de temps que le fer pour se refroidir ; tandis que, dans le réel, les matières principales dont le globe terrestre est composé, telles que les glaises, les grès, les pierres, etc., doivent se refroidir en bien moins de temps que le fer.

Pour me satisfaire sur cet objet, j'ai fait faire des globes de glaise et de grès; et les ayant fait chauffer à la même forge jusqu'à les faire rougir à blanc, j'ai trouvé que les boulets de glaise de deux pouces se sont refroidis au point de pouvoir les tenir dans la main en trente-huit minutes, ceux de deux pouces et demi en quarante-huit minutes, et ceux de trois pouces en soixante minutes; ce qui étant comparé avec le temps du refroidissement des boulets de fer de ces mêmes diamètres de deux pouces et demi et trois pouces, donne les rapports de 38 à 80 pour deux pouces, 48 à 102 pour deux pouces et demi, et 60 à 127 pour trois pouces, ce qui fait un peu moins de 1 à 2; en sorte que, pour le refroidissement de la glaise, il ne faut pas la moitié du temps qu'il faut pour celui du fer.

J'ai trouvé de même que les globes de grès de deux pouces se sont refroidis au point de les tenir dans la main en quarante-cinq minutes, ceux de deux pouces et demi en cinquante-huit minutes, et ceux de trois pouces en soixante-quinze minutes; ce qui étant comparé avec le temps du refroidissement des boulets de fer de ces mêmes diamètres, donne les rapports de 46 à 80 pour deux pouces, de 58 à 102 pour deux pouces et demi, et de 75 à 127 pour trois pouces, ce qui fait à très-peu près la raison de 9 à 5; en sorte que, pour le refroidissement du grès, il faut plus de la moitié du temps qu'il faut pour celui du fer.

J'observerai, au sujet de ces expériences, que les globes de glaise chauffés à feu blanc ont perdu de leur pesanteur encore plus que les boulets de fer, et jusqu'à la neuvième ou dixième partie de leur poids, au lieu que le grès chauffé au même feu ne perd presque rien du tout de son poids, quoique toute la surface se couvre d'émail et se réduise en verre. Comme ce petit fait m'a paru singulier, j'ai répété l'expérience plusieurs fois, en faisant même pousser le feu et le continuer plus long-temps que pour le fer; et quoiqu'il ne fallût guère que le tiers du temps pour rougir le grès, de ce qu'il en falloit pour rougir le fer, je l'ai tenu à ce feu le double et le triple du temps pour voir s'il perdroit davantage, et je n'ai trouvé que de très-légères diminutions; car le globe de deux pouces, chauffé pendant huit minutes, qui pesoit sept onces deux gros trente grains avant d'être mis au feu, n'a perdu que quarante-un grains, ce qui ne fait pas la centième partie de son poids; celui de deux pouces et demi, qui pesoit quatorze onces deux gros huit grains, ayant chauffé pendant douze minutes, n'a perdu que la cent cinquante-quatrième partie de son poids; et celui de trois pouces, qui pesoit vingt-quatre onces cinq gros treize grains, ayant été chauffé pendant dix-huit minutes, c'est-à-dire à peu près autant que le fer, n'a perdu que soixante-dix-huit grains; ce qui ne fait que la cent quatre-vingt-unième partie de son poids. Ces pertes sont si petites qu'on pourroit les regarder comme nulles, et assurer en général que le grès pur ne perd rien de sa pesanteur au feu; car il m'a paru que ces petites diminutions que je viens de rapporter ont été occasionées par les parties ferrugineuses qui se sont trouvées dans ces grès et qui ont été en partie détruites par le feu.

Une chose plus générale et qui mérite bien d'être remarquée, c'est que les durées de la chaleur dans différentes matières exposées au même feu pendant un temps égal sont toujours dans la même proportion, soit que le degré de chaleur soit plus grand ou plus petit; en sorte, par exemple, que si on chauffe le fer, le grès et la glaise à un feu violent, et tel qu'il faille quatre-vingts minutes pour refroidir le fer au point de pouvoir le toucher, quarante-six minutes pour refroidir le grès au même point, et trente-huit pour refroidir la glaise, et qu'à une chaleur moindre il ne faille, par exemple, que dix-huit minutes pour refroidir le fer à ce même point de pouvoir le toucher avec la main, il ne faudra proportionnellement qu'un peu plus de dix minutes pour refroidir le grès, et environ huit minutes et demie pour refroidir la glaise à ce même point.

J'ai fait de semblables expériences sur des globes de marbre, de pierre, de plomb et d'étain, à une chaleur telle seulement que l'étain commençoit à fondre, et j'ai trouvé que le fer se refroidissoit en dix-huit minutes au point de pouvoir le tenir à la main; le marbre se refroidit au même point en douze minutes, la pierre en onze, le plomb en neuf et l'étain en huit minutes.

Ce n'est donc pas proportionnellement à leur densité, comme on le croit vulgairement, que les corps reçoivent et perdent plus ou moins vite la chaleur, mais dans un rapport bien différent et qui est en raison inverse de leur solidité, c'est-à-dire de leur plus ou moins grande *non-fluidité;* en sorte qu'avec la même chaleur il faut moins de temps pour échauffer ou refroidir le fluide

le plus dense qu'il n'en faut pour échauffer ou refroidir au même degré le solide le moins dense. Je donnerai, dans les mémoires suivans, le développement entier de ce principe, duquel dépend toute la théorie du progrès de la chaleur; mais pour que mon assertion ne paroisse pas vaine, voici en peu de mots le fondement de cette théorie :

J'ai trouvé, par la vue de l'esprit, que les corps qui s'échaufferoient en raison de leurs diamètres ne pourroient être que ceux qui seroient parfaitement perméables à la chaleur, et que ce seroient en même temps ceux qui s'échaufferoient ou se refroidiroient en moins de temps. Dès lors j'ai pensé que les fluides, dont toutes les parties ne se tiennent que par un foible lien, approchoient plus de cette perméabilité parfaite que les solides, dont les parties ont beaucoup plus de cohésion que celles des fluides.

En conséquence, j'ai fait des expériences par lesquelles j'ai trouvé qu'avec la même chaleur tous les fluides, quelque denses qu'ils soient, s'échauffent et se refroidissent plus promptement qu'aucun solide, quelque léger qu'il soit; en sorte, par exemple, que le mercure, comparé avec le bois, s'échauffe beaucoup plus promptement que le bois, quoiqu'il soit quinze ou seize fois plus dense.

Cela m'a fait reconnoître que le progrès de la chaleur dans les corps ne devoit en aucun cas se faire relativement à leur densité; et en effet, j'ai trouvé par l'expérience que, tant dans les solides que dans les fluides, ce progrès se fait plutôt en raison de leur fluidité, ou, si l'on veut, en raison inverse de leur solidité.

Comme ce mot *solidité* a plusieurs acceptions, il faut voir nettement le sens dans lequel je l'emploie ici. *Solide* et *solidité* se disent en géométrie relativement à la grandeur, et se prennent pour le volume du corps; *solidité* se dit souvent en physique relativement à la densité, c'est-à-dire à la masse contenue sous un volume donné; *solidité* se dit quelquefois encore relativement à la dureté, c'est-à-dire à la résistance que font les corps lorsque nous voulons les entamer : or, ce n'est dans aucun de ces sens que j'emploie ici ce mot, mais dans une acception qui devroit être la première, parce qu'elle est la plus propre. J'entends uniquement par *solidité* la qualité opposée à la fluidité, et je dis que c'est en raison inverse de cette qualité que se fait le progrès de la chaleur dans la plupart des corps, et qu'ils s'échauffent ou se refroidissent d'autant plus vite qu'ils sont plus fluides, et d'autant plus lentement qu'ils sont plus solides, toutes les circonstances étant égales d'ailleurs.

Et, pour prouver que la solidité, prise dans ce sens, est tout à fait indépendante de la densité, j'ai trouvé, par expérience, que des matières plus denses ou moins denses s'échauffent et se refroidissent plus promptement que d'autres matières plus ou moins denses; que, par exemple, l'or et le plomb, qui sont beaucoup plus denses que le fer et le cuivre, néanmoins s'échauffent et se refroidissent beaucoup plus vite, et que l'étain et le marbre, qui sont au contraire moins denses, s'échauffent et se refroidissent aussi beaucoup plus vite que le fer et le cuivre, et qu'il en est de même de plusieurs autres matières qui, quoique plus ou moins denses, s'échauffent et se refroidissent plus promptement que d'autres qui sont beaucoup moins denses ou plus denses; en sorte que la densité n'est nullement relative à l'échelle du progrès de la chaleur dans les corps solides.

Et, pour prouver de même dans les fluides, j'ai vu que le mercure, qui est treize ou quatorze fois plus dense que l'eau, néanmoins s'échauffe et se refroidit en moins de temps que l'eau; et que l'esprit-de-vin, qui est moins dense que l'eau, s'échauffe et se refroidit aussi plus vite que l'eau; en sorte que généralement le progrès de la chaleur dans les corps, tant pour l'entrée que pour la sortie, n'a aucun rapport à leur densité, et se fait principalement en raison de leur fluidité, en étendant la fluidité jusqu'au solide, c'est-à-dire en regardant la solidité comme une *non-fluidité* plus ou moins grande. De là, j'ai cru devoir conclure que l'on connoîtroit en effet le degré réel de fluidité dans les corps, en les faisant chauffer à la même chaleur; car leur fluidité sera dans la même raison que celle du temps pendant lequel ils recevront et perdront cette chaleur : et il en sera de même des corps solides; ils seront d'autant plus solides, c'est-à-dire d'autant plus *non-fluides*, qu'il leur faudra plus de temps pour recevoir cette même chaleur et la perdre; et cela presque généralement, à ce que je présume; car j'ai déjà tenté ces expériences sur un grand nombre de matières différentes, et j'en ai fait une table que j'ai tâché de rendre aussi complète et aussi exacte qu'il m'a été possible, et qu'on trouvera dans le mémoire suivant.

SECOND MÉMOIRE.

Suite des expériences sur le progrès de la chaleur dans les différentes substances minérales.

J'ai fait faire un grand nombre de globes, tous d'un pouce de diamètre, le plus précisément qu'il a été possible, des matières suivantes, qui peuvent représenter à peu près le règne minéral :

	onc.	gros	grains.
Or le plus pur, affiné par les soins de M. Tillet, de l'Académie des Sciences, qui a fait travailler ce globe à ma prière, pèse.......	6	2	17
Plomb, pèse....................	3	6	28
Argent le plus pur, travaillé de même, pèse..................	3	3	22
Bismuth, pèse..................	3		3
Cuivre rouge, pèse.............	2	7	56
Fer, pèse......................	2	5	10
Étain, pèse.....	2	3	48
Antimoine fondu, et qui avoit de petites cavités à sa surface, pèse.	2	1	34
Zinc, pèse.....................	2	1	2
Émeril, pèse................ ..	1	2	24 1/2
Marbre blanc, pèse.............	1		25
Grès pur, pèse.................		7	24
Marbre commun de Montbard, pèse.		7	20
Pierre calcaire dure et grise de Montbard, pèse..............		7	20
Gypse blanc, improprement appelé *albâtre*, pèse....		6	36
Pierre calcaire blanche, statuaire, de la carrière d'Anières près de Dijon, pèse..................		6	36
Cristal de roche : il étoit un peu trop petit, et il y avoit plusieurs défauts et quelques petites félures à sa surface; je présume que, sans cela, il auroit pesé plus d'un gros de plus : il pèse..........		6	22
Verre commun, pèse............		6	21
Terre glaise pure non cuite, mais très-sèche, pèse..............		6	16
Ocre, pèse....................		5	9
Porcelaine de M. le comte de Lauraguais, pèse..................		5	2 1/2
Craie blanche, pèse.......... ..		4	49
Pierre ponce avec plusieurs petites cavités à sa surface, pèse......		1	69
Bois de cerisier, qui, quoique plus léger que le chêne et la plupart des autres bois, est celui de tous qui s'altère le moins au feu, pèse.		1	55

Je dois avertir qu'il ne faut pas compter assez sur les poids rapportés dans cette table, pour en conclure la pesanteur spécifique exacte de chaque matière; car, quelque précaution que j'aie prise pour rendre les globes égaux, comme il a fallu employer des ouvriers de différens métiers, les uns me les ont rendus trop gros et les autres trop petits. On a diminué ceux qui avoient plus d'un pouce de diamètre; mais quelques-uns qui étoient un tant soit peu trop petits, comme ceux de cristal de roche, de verre et de porcelaine, sont demeurés tels qu'ils étoient : j'ai seulement rejeté ceux d'agate, de jaspe, de porphyre et de jade, qui étoient sensiblement trop petits. Néanmoins ce degré de précision de grosseur, très-difficile à saisir, n'étoit pas absolument nécessaire; car il ne pouvoit changer que très-peu le résultat de mes expériences.

Avant d'avoir commandé tous ces globes d'un pouce de diamètre, j'avois exposé à un même degré de feu une masse carrée de fer et une autre de plomb de deux pouces dans toutes leurs dimensions, et j'avois trouvé, par des essais réitérés, que le plomb s'échauffoit plus vite et se refroidissoit en beaucoup moins de temps que le fer : je fis la même épreuve sur le cuivre rouge; il faut aussi plus de temps pour l'échauffer et pour le refroidir qu'il n'en faut pour le plomb et moins que pour le fer : en sorte que, de ces trois matières, le fer me parut celle qui est la moins accessible à la chaleur, et en même temps celle qui la retient le plus longtemps. Ceci me fit connoître que la loi du progrès de la chaleur, c'est-à-dire de son entrée et de sa sortie dans les corps, n'étoit point du tout proportionnelle à leur densité, puisque le plomb, qui est plus dense que le fer et le cuivre, s'échauffe néanmoins et se refroidit en moins de temps que ces deux autres métaux. Comme cet objet me parut important, je fis faire mes petits globes sur un grand nombre de différentes matières pour m'assurer plus exactement du progrès de la chaleur dans chacune. J'ai toujours placé les globes à un pouce de distance les uns des autres devant le même feu, ou dans le même four, deux ou trois, ou quatre ou

cinq, etc., ensemble pendant le même temps, avec un globe d'étain au milieu des autres. Dans la plupart des expériences, je les laissois exposés à la même action du feu, jusqu'à ce que le globe d'étain commençoit à fondre, et, dans ce moment, on les enlevoit tous ensemble, et on les posoit sur une table dans de petites cases préparées pour les recevoir; je les y laissois refroidir sans les bouger, en essayant assez souvent de les toucher, au moment qu'ils commençoient à ne plus brûler les doigts, et que je pouvois les tenir dans ma main pendant une demi-seconde; je marquois le nombre des minutes qui s'étoient écoulées depuis qu'ils étoient retirés du feu : ensuite je les laissois tous refroidir au point de la température actuelle, dont je tâchois de juger par le moyen d'autres petits globes de même matière qui n'avoient pas été chauffés, et que je touchois en même temps que ceux qui se refroidissoient. De toutes les matières que j'ai mises à l'épreuve, il n'y a que le soufre qui fond à un moindre degré de chaleur que l'étain; et, malgré la mauvaise odeur de sa vapeur, je l'aurois pris pour terme de comparaison : mais comme c'est une matière friable, et qui se diminue par le frottement, j'ai préféré l'étain, quoiqu'il exige près du double de chaleur pour se fondre, de celle qu'il faut pour fondre le soufre.

I. Par une première expérience, le boulet de plomb et le boulet de cuivre chauffés pendant le même temps se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir dans la main pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température actuelle.* minutes.	
Plomb, en.......	8	En.............	23
Cuivre, en......	12	En.............	35

II. Ayant fait chauffer ensemble, au même feu, des boulets de fer, de cuivre, de plomb, d'étain, de grès, et de marbre de Montbard, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minutes.	
Étain, en	6 1/2	En.............	16
Plomb, en......	8	En.............	17
Grès, en........	9	En.............	19
Marbre commun, en...	10	En.............	21
Cuivre, en	11	En.............	30
Fer, en.........	13	En.............	38

III. Par une seconde expérience à un feu plus ardent et au point d'avoir fondu le boulet d'étain, les cinq autres boulets se sont refroidis dans les proportions suivantes :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minutes.	
Plomb, en......	10 1/2	En.............	42
Grès, en........	12 1/2	En.............	46
Marbre commun, en...........	13 1/2	En.............	50
Cuivre, en......	19 1/2	En.............	51
Fer, en.........	23 1/2	En.............	54

IV. Par une troisième expérience, à un degré de feu moindre que le précédent, les mêmes boulets, avec un nouveau boulet d'étain, se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minutes.	
Étain, en.......	7 1/2	En.............	25
Plomb, en......	9 1/2	En.............	35
Grès, en........	10 1/2	En.............	37
Marbre commun, en...........	12	En.............	39
Cuivre, en......	14	En.............	44
Fer, en.........	17	En.............	50

De ces expériences, que j'ai faites avec autant de précision qu'il m'a été possible, on peut conclure,

1° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du cuivre au point de les tenir, :: 53 1/2 : 45, et au point de la température :: 142 : 125.

2° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du marbre commun :: 53 1/2 : 35 1/2, et au point de leur refroidissement entier :: 142 : 110.

3° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du grès au point de pouvoir les tenir, :: 53 1/2 : 32, et :: 132 : 102 1/2 pour leur entier refroidissement.

4° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du plomb au point de les tenir, :: 53 1/2 : 27, et :: 142 : 94 1/2 pour leur entier refroidissement.

V. Comme il n'y avoit que deux expériences pour la comparaison du fer à l'étain, j'ai voulu en faire une troisième, dans laquelle l'étain s'est refroidi à le tenir dans la main en 8 minutes; et en entier, c'est-à-dire à la température, en 32 minutes; et le fer s'est refroidi à le tenir sur la main en 18 minutes, et refroidi en entier en 48 minutes; au moyen de quoi la proportion trouvée par trois expériences est,

1° Pour le premier refroidissement du fer comparé à celui de l'étain :: 48 : 22, et :: 136 : 73 pour leur entier refroidissement.

2° Que les temps du refroidissement du cuivre sont à ceux du refroidissement du marbre commun :: 45 : 35 1/2 pour le premier refroidissement, et :: 125 : 110 pour le refroidissement à la température.

3° Que les temps du refroidissement du cuivre sont à ceux du refroidissement du grès :: 45 : 33 pour le premier refroidissement, et :: 125 : 102 pour le refroidissement à la température actuelle.

4° Que les temps du refroidissement du cuivre sont à ceux du refroidissement du plomb :: 45 : 27 pour le premier refroidissement, et :: 125 : 94 1/2 pour le refroidissement entier.

VI. Comme il n'y avoit, pour la comparaison du cuivre et de l'étain, que deux expériences, j'en ai fait une troisième, dans laquelle le cuivre s'est refroidi à le tenir dans la main en 18 minutes, et en entier en 49 minutes; et l'étain s'est refroidi au premier point en 8 1/2 minutes, et au dernier en 30 minutes; d'où l'on peut conclure :

1° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement de l'étain, au point de pouvoir les tenir, :: 43 1/2 : 22 1/2, et :: 123 : 71 pour leur entier refroidissement.

2° On peut de même conclure des expériences précédentes, que le temps du refroidissement du marbre commun est à celui du refroidissement du grès, au point de pouvoir les tenir, :: 36 1/2 : 32, et :: 110 : 102 pour leur entier refroidissement.

3° Que le temps du refroidissement du marbre commun est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir, :: 36 1/2 : 28, et :: 110 : 94 1/2 pour le refroidissement entier.

VII. Comme il n'y avoit, pour la comparaison du marbre commun et de l'étain, que deux expériences, j'en ai fait une troisième, dans laquelle l'étain s'est refroidi, à le tenir dans la main, en 9 minutes, et le marbre en 11 minutes; et l'étain s'est refroidi en entier en 22 1/2 minutes, et le marbre en 33 minutes. Ainsi les temps du refroidissement du marbre sont à ceux du refroidissement de l'étain, :: 33 : 24 1/2 pour le premier refroidissement, et :: 93 : 64 pour le second refroidissement.

VIII. Comme il n'y avoit que deux expériences pour la comparaison du grès et du plomb avec l'étain, j'en ai fait une troisième en faisant chauffer ensemble ces trois boulets de grès, de plomb et d'étain, qui se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minutes.
Étain, en.......	7 1/2	En 23
Plomb, en......	8 1/2	En............. 27
Grès, en........	10 1/2	En............. 28

Ainsi on peut en conclure :

1° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement de l'étain, au point de pouvoir les tenir, :: 25 1/2 : 21 1/2, et :: 79 1/2 : 64 pour le refroidissement entier.

2° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement de l'étain au point de pouvoir les tenir, :: 30 : 21 1/2, et :: 84 : 64 pour leur entier refroidissement.

3° De même on peut conclure, par les quatre expériences précédentes, que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir, :: 42 1/2 : 35 1/2, et :: 130 : 121 1/2 pour leur entier refroidissement.

IX. Dans un four chauffé au point de fondre l'étain, quoique toute la braise et les cendres en eussent été retirées, j'ai fait placer sur un support de fer-blanc traversé de fil de fer, cinq boulets éloignés les uns des autres d'environ neuf lignes, après quoi on a fermé le four; et, les ayant retirés au bout de 15 minutes, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minutes.
Étain fondu par sa partie d'en bas, en...........	8	En............. 24
Argent, en......	14	En............. 40
Or, en..........	15	En............. 46
Cuivre, en......	16 1/2	En............. 50
Fer, en.........	18	En............. 56

X. Dans le même four, mais à un moindre degré de chaleur, les mêmes boulets avec un autre boulet d'étain se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minutes.	
Étain, en.......	7	En.............	20
Argent, en......	11	En.............	31
Or, en..........	12 1/2	En.............	40
Cuivre, en......	14	En.............	43
Fer, en.........	16 1/2	En.............	47

XI. Dans le même four, et à un degré de chaleur encore moindre, les mêmes boulets se sont refroidis dans les proportions suivantes :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minutes.	
Étain, en.......	6	En.............	17
Argent, en......	9	En.............	26
Or, en..........	9 1/2	En.............	28
Cuivre, en......	10	En.............	31
Fer, en.........	11	En.............	35

On doit conclure de ces expériences :

1° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du cuivre, au point de les tenir, :: 11 + 16 1/2 + 18 : 10 + 14 + 16 1/2, ou :: 45 1/2 : 40 1/2 par les trois expériences présentes ; et comme ce rapport a été trouvé par les expériences précédentes (article IV) :: 53 1/2 : 45, on aura, en ajoutant ces temps, 99 à 85 1/2 pour le rapport encore plus précis du premier refroidissement du fer et du cuivre ; et pour le second, c'est-à-dire pour le refroidissement entier, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 35 + 47 + 56 : 31 + 43 + 50, ou :: 138 : 124, et :: 142 : 125 par les expériences précédentes (art. IV), on aura, en ajoutant ces temps, 280 à 249 pour le rapport encore plus précis du refroidissement entier du fer et du cuivre.

2° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement de l'or, au point de pouvoir les tenir, :: 45 1/2 : 37, et au point de la température :: 138 : 114.

3° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement de l'argent, au point de pouvoir les tenir, :: 45 1/2 : 34, et au point de la température :: 138 : 97.

4° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement de l'étain, au point de pouvoir les tenir, :: 45 1/2 : 21 par les présentes expériences, et :: 24 : 11 par les expériences précédentes (article V). Ainsi l'on aura, en ajoutant ces temps, 69 1/2 à 32 pour le rapport encore plus précis de leur refroidissement ; et pour le second, le rapport donné par les expériences présentes étant :: 138 : 61, et par les expériences précédentes (art. V) :: 136 : 73, on aura, en ajoutant ces temps, 274 à 134 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du fer et de l'étain.

5° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui de l'or, au point de pouvoir les tenir, :: 40 1/2 : 37, et :: 124 : 114 pour leur entier refroidissement.

6° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement de l'argent, au point de pouvoir les tenir, :: 40 1/2 : 34, et :: 124 : 97 pour leur entier refroidissement.

7° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement de l'étain, au point de pouvoir les tenir, :: 40 1/2 : 21 par les présentes expériences, et :: 43 1/2 : 22 1/2 par les expériences précédentes (article VI). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 84 à 43 1/2 pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidissement ; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 124 : 61, et :: 123 : 71 par les expériences précédentes (article VI), on aura, en ajoutant ces temps, 247 à 132 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du cuivre et de l'étain.

8° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de l'argent, au point de pouvoir les tenir, :: 37 : 34, et :: 114 : 97 pour leur entier refroidissement.

9° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de l'étain, au point de pouvoir les tenir, :: 37 : 21, et :: 114 : 61 pour leur entier refroidissement.

10° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement de l'étain, au point de pouvoir les tenir, :: 34 : 21, :: 97 : 61 pour leur entier refroidissement.

XII. Ayant mis dans le même four cinq boulets, placés de même, et séparés les uns des autres, leur refroidissement s'est fait dans les proportions suivantes :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minutes.	
Antimoine, en...	6 1/2	En.............	25
Bismuth, en.....	7	En.............	26
Plomb, en......	8	En.............	27
Zinc, en........	10 1/2	En.............	30
Émeril, en......	11 1/2	En.............	38

XIII. Ayant répété cette expérience avec

un degré de chaleur plus fort, et auquel l'étain et le bismuth se sont fondus, les autres boulets se sont refroidis dans la progression suivante :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minutes.	
Antimoine, en...	7 1/2	En.............	28
Plomb, en......	9 1/2	En.............	39
Zinc, en........	14	En.............	44
Émeril, en......	16	En.............	50

XIV. On a placé dans le même four et de la même manière un autre boulet de bismuth, avec six autres boulets, qui se sont refroidis dans la progression suivante :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minutes.	
Antimoine, en...	6	En.............	23
Bismuth, en.....	6	En.............	25
Plomb, en......	7 1/2	En.............	28
Argent, en......	9 1/2	En.............	30
Zinc, en........	10 1/2	En.............	32
Or, en..........	11	En.............	32
Émeril, en......	13 1/2	En.............	39

XV. Ayant répété cette expérience avec les sept mêmes boulets, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minutes.	
Antimoine, en...	6 1/2	En.............	23
Bismuth, en.....	7 1/2	En.............	31
Plomb, en......	7 1/2	En.............	29
Argent, en......	11 1/2	En.............	32
Zinc, en........	13 1/2	En.............	38
Or, en..........	14	En.............	41
Émeril, en.....	15	En.............	44

Toutes ces expériences ont été faites avec soin, et en présence de deux ou trois personnes, qui ont jugé comme moi par le tact, et en serrant dans la main pendant une demi-seconde les différens boulets. Ainsi l'on doit en conclure :

1° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement de l'or, au point de pouvoir les tenir, :: 28 1/2 : 25, et :: 83 : 73 pour leur entier refroidissement.

2° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement du zinc, au point de pouvoir les toucher, :: 56 : 48 1/2, et :: 171 : 144 pour leur entier refroidissement.

3° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement de l'argent, au point de pouvoir les tenir, :: 28 1/2 : 21, et :: 83 : 62 pour leur entier refroidissement.

4° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement du plomb, au point de les tenir, :: 56 : 32 1/2, et :: 171 : 123 pour leur entier refroidissement.

5° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement du bismuth, au point de les tenir, :: 40 : 20 1/2, et :: 121 : 80 pour leur entier refroidissement.

6° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir, :: 56 : 26 1/2, et à la température :: 171 : 99.

7° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement du zinc, au point de les tenir, :: 25 : 24, et :: 73 : 70 pour leur entier refroidissement :

8° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de l'argent, au point de pouvoir les tenir, :: 25 : 21 par les présentes expériences, et :: 37 : 34 par les expériences précédentes (art. XI). Ainsi l'on aura, en ajoutant ces temps, 62 à 55 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 73 : 62, et :: 114 : 97 par les expériences précédentes (article XI), on aura, en ajoutant ces temps, 187 à 159 pour le rapport plus précis de leur entier refroidissement.

9° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir, :: 25 : 15, et :: 73 : 57 pour leur entier refroidissement.

10° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement du bismuth, au point de pouvoir les tenir, :: 25 : 13 1/2, et :: 73 : 56 pour leur entier refroidissement.

11° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les tenir, :: 25 : 12 1/2, et :: 73 : 46 pour leur entier refroidissement.

12° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement de l'argent, au point de pouvoir les tenir, :: 24 : 21, et :: 70 : 62 pour leur entier refroidissement.

13° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir, :: 48 1/2 : 32 1/2, et :: 144 : 123 pour leur entier refroidissement.

14° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du bismuth, au point de pouvoir les tenir, :: 34 1/2 : 20 1/2, et :: 100 : 80 pour leur entier refroidissement.

15° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les tenir, :: 48 1/2 : 26 1/2, et à la température :: 144 : 99.

16° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement du bismuth, au point de pouvoir les tenir :: 21 : 13 1/2, et :: 62 : 56 pour leur entier refroidissement.

17° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les tenir, :: 21 : 12 1/2, et :: 62 : 46 pour leur entier refroidissement.

18° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement du bismuth, au point de les tenir :: 23 : 20 1/2, et :: 84 : 80 pour leur entier refroidissement.

19° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les toucher, :: 32 1/2 : 26 1/2, et à la température :: 123 : 99.

20° Que le temps du refroidissement du bismuth est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir, :: 20 1/2 : 19, et :: 80 : 71 pour leur entier refroidissement.

Je dois observer qu'en général, dans toutes ces expériences, les premiers rapports sont bien plus justes que les derniers, parce qu'il est difficile de juger du refroidissement jusqu'à la température actuelle, et que cette température étant variable, les résultats doivent varier aussi; au lieu que le point du premier refroidissement peut être saisi assez juste par la sensation que produit sur la même main la chaleur du boulet, lorsqu'on peut le tenir ou le toucher pendant une demi-seconde.

XVI. Comme il n'y avoit que deux expériences pour la comparaison de l'or avec l'émeril, le zinc, le plomb, le bismuth, et l'antimoine; que le bismuth s'étoit fondu en entier, et que le plomb et l'antimoine étoient fort endommagés, je me suis servi d'autres boulets de bismuth, d'antimoine et de plomb, et j'ai fait une troisième expérience en mettant ensemble dans le même four bien chauffé ces deux boulets : ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minutes.	
Antimoine, en...	7	En..........	27
Bismuth, en.....	8	En..........	29
Plomb, en......	9	En..........	33
Zinc, en........	12	En..........	37
Or, en..........	13	En..........	42
Émeril, en......	15 1/2	En..........	48

D'où l'on doit conclure, ainsi que des expériences XIV et XV, 1° que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement de l'or, au point de pouvoir les tenir, :: 44 : 38, et au point de la température :: 131 : 115.

2° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement du zinc, au point de pouvoir les tenir, :: 15 1/2 : 12. Mais le rapport trouvé par les expériences précédentes (art. XV) étant :: 56 : 48 1/2, on aura, en ajoutant ces temps, 71 1/2 à 60 1/2 pour leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport trouvé par l'expérience présente, étant :: 48 : 37, et par les expériences précédentes (art. XV), :: 171 : 144; ainsi, en ajoutant ces temps, on aura 239 à 181 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'émeril et du zinc.

3° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir, :: 15 1/2 : 9. Mais le rapport trouvé par les expériences précédentes (art. XV) étant :: 56 : 32 1/2, ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 71 1/2 à 41 1/2 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 48 : 33, et par les expériences précédentes (art. XV) :: 171 : 123, on aura, en ajoutant ces temps, 239 à 156 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'émeril et du plomb.

4° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement du bismuth, au point de pouvoir les tenir, :: 15 1/2 : 8, et par les expériences précédentes (art. XV) :: 40 : 20 1/2. Ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 55 1/2 à 28 1/2 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 48 : 29, et :: 121 : 80 par les expériences précédentes (art. XV), on aura, en ajoutant ces temps, 169 à 109 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'émeril et du bismuth.

5° Que le temps du refroidisssement de

l'émeril est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir, :: 15 1/2 : 7. Mais le rapport trouvé par les expériences précédentes (art. XV) étant :: 56 : 26 1/2, on aura, en ajoutant ces temps, 71 1/2 à 33 1/2 pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 48 : 27, et :: 171 : 99 par les expériences précédentes (article XV), on aura, en ajoutant ces temps, 219 à 126 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'émeril et de l'antimoine.

6° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement du zinc, au point de pouvoir les tenir, :: 38 : 36, et :: 115 : 107 pour leur entier refroidissement.

7° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement du plomb, au point de les toucher, :: 38 : 24, et à la température :: 115 : 90.

8° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement du bismuth, au point de pouvoir les tenir, :: 38 : 21 1/2, et à la température :: 115 : 85.

9° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les toucher, :: 38 : 19 1/2, et à la température :: 115 : 69.

10° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir, :: 12 : 9. Mais le rapport trouvé par les expériences précédentes (art. XV) étant :: 48 1/2 : 32 1/2, on aura, en ajoutant ces temps, 60 1/2 à 41 1/2 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 37 : 33, et par les expériences précédentes (art. XV) :: 144 : 123, on aura, en ajoutant ces temps, 181 à 156 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc et du plomb.

11° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du bismuth, au point de les toucher, :: 12 : 8, par la présente expérience. Mais le rapport trouvé par les expériences précédentes (article XV) étant :: 34 1/2 : 20 1/2; en ajoutant ces temps, on aura 46 1/2 à 28 1/2 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 37 : 29, et par les expériences précédentes (art. XV) :: 100 : 80, on aura, en ajoutant ces temps 137 à 109 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc et du bismuth.

12° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement de l'antimoine, pour pouvoir les tenir, :: 12 : 7 par la présente expérience. Mais comme le rapport trouvé par les expériences précédentes (art. XV) est :: 48 1/2 : 26 1/2, on aura, en ajoutant ces temps, 60 1/2 à 33 1/2 pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 37 : 27, et :: 144 : 99 par les expériences précédentes (art. XV), on aura, en ajoutant ces temps, 181 à 126 pour le rapport plus précis de l'entier refroidissement du zinc et de l'antimoine.

13° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement du bismuth, au point de pouvoir les tenir, :: 9 : 8 par l'expérience présente, et :: 23 : 20 1/2 par les expériences précédentes (article XV). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 32 à 28 1/2 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant :: 33 : 29, et :: 84 : 80 par les expériences précédentes (art. XV), on aura, en ajoutant ces temps, 117 à 109 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du plomb et du bismuth.

14° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les tenir, :: 9 : 7 par la présente expérience, et :: 32 1/2 : 26 1/2 par les expériences précédentes (art. XV). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 41 1/2 à 33 1/2 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 33 : 27, et :: 123 : 99 par les expériences précédentes (art. XV), on aura, en ajoutant ces temps, 156 à 126 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du plomb et de l'antimoine.

15° Que le temps du refroidissement du bismuth est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir, :: 8 : 7 par l'expérience présente, et :: 20 1/2 : 19 par les expériences précédentes (article XV). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 28 1/2 à 26 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 209 : 27, et :: 80 : 71 par les expériences précédentes (article XV), on aura, en ajoutant ces temps, 109 à 98 pour le rapport encore plus précis

de l'entier refroidissement du bismuth et de l'antimoine.

XVII. Comme il n'y avoit de même que deux expériences pour la comparaison de l'argent avec l'émeril, le zinc, le plomb, le bismuth et l'antimoine, j'en ai fait une troisième, en mettant dans le même four, qui s'étoit un peu refroidi, les six boulets ensemble; et, après les en avoir tirés tous en même temps, comme on l'a toujours fait, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minutes.	
Antimoine, en...	6	En.............	29
Bismuth, en.....	7	En.............	31
Plomb, en......	8 1/4	En.............	34
Argent, en......	11 1/2	En.............	36
Zinc, en........	12 1/2	En.............	39
Émeril, en......	15 1/2	En.............	47

On doit conclure de cette expérience et de celles des art. XIV et XV :

1° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement du zinc, au point de les tenir, par l'expérience présente :: 15 1/2 : 12 1/2, et :: 71 1/2 : 60 1/2 par les expériences précédentes (article XVI). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 87 à 73 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 47 : 39, et par les expériences précédentes (art. XVI) :: 239 : 181, on aura, en ajoutant ces temps, 286 à 220 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'émeril et du zinc.

2° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement de l'argent, :: 44 : 32 1/2 au point de les tenir, et :: 130 : 98 pour leur entier refroidissement.

3° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement du plomb, au point de les tenir, :: 15 1/2 : 8 1/2 par l'expérience présente, et :: 71 1/2 : 41 1/2 par les expériences précédentes (art. XVI). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 87 à 49 3/4 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 47 : 34, et :: 239 : 156 par les expériences précédentes (art. XVI), on aura, en ajoutant ces temps, 286 à 190 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'émeril et du plomb.

4° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement du bismuth, au point de pouvoir les tenir, :: 15 1/2 : 7 par l'expérience présente, et :: 56 1/2 : 28 1/2 par les expériences précédentes (art. XVI). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 77 à 35 1/2 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 47 : 31, et :: 169 : 109 par les expériences précédentes (article XVI), on aura, en ajoutant ces temps, 216 à 140 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'émeril et du bismuth.

5° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les tenir, :: 15 1/2 : 6 par l'expérience présente, et :: 71 1/2 : 33 1/2 par les expériences précédentes (art. XVI). Ainsi, en ajoutant ces temps, on aura 87 à 39 1/2 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 47 : 29, et par les expériences précédentes (art. XVI) :: 219 : 126, on aura, en ajoutant ces temps, 266 à 155 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'émeril et de l'antimoine.

6° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement de l'argent, au point de pouvoir les tenir, :: 36 1/2 : 32, et :: 109 : 98 pour leur entier refroidissement.

7° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir, :: 12 1/2 : 8 1/4 par l'expérience présente, et :: 60 1/2 : 41 1/2 par les expériences précédentes (art. XVI). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 73 à 49 3/4 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 39 : 33, et par les expériences précédentes (art. XVI) :: 181 : 156, on aura, en ajoutant ces temps, 220 à 189 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc et du plomb.

8° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du bismuth, au point de pouvoir les tenir, :: 12 1/2 : 7 par la présente expérience, et :: 46 1/2 : 28 1/2 par les expériences précédentes (art. XVI). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 59 à 35 1/2 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport

donné par l'expérience présente étant :: 39 : 31, et :: 137 : 109 par les expériences précédentes (art. XVI), on aura, en ajoutant ces temps, 176 à 140 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc et du bismuth.

9° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les tenir, :: 12 1/2 : 6 par la présente expérience, et :: 60 1/2 : 33 1/2 par les expériences précédentes (art. XVI). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 73 à 39 1/2 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport trouvé par l'expérience présente étant :: 39 : 29, et :: 181 : 126 par les expériences précédentes (art. XVI), on aura, en ajoutant ces temps, 220 à 155 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc et de l'antimoine.

10° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir, :: 32 1/2 : 23 1/2, et :: 98 : 90 pour leur entier refroidissement.

11° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement du bismuth, au point de pouvoir les tenir, :: 32 1/2 : 20 1/2, et :: 98 : 87 pour leur entier refroidissement.

12° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir, :: 32 1/2 : 18 1/2, et :: 98 : 75 pour leur entier refroidissement.

13° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement du bismuth, au point de les tenir, :: 8 1/4 : 7 par la présente expérience, et :: 32 : 28 1/2 par les expériences précédentes (art. XVI). On aura, en ajoutant ces temps, 40 1/4 à 35 1/2 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 34 : 31, et :: 117 : 109 par les expériences précédentes (art. XVI), on aura, en ajoutant ces temps, 141 à 140 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du plomb et du bismuth.

14° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir, :: 8 1/4 : 6 par l'expérience présente, et par les expériences précédentes (art. XVI) :: 41 1/2 : 33 1/2. Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 49 3/4 à 39 1/2 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant :: 34 : 29, et :: 156 : 126 par les expériences précédentes (art. XVI), on aura, en ajoutant ces temps, 190 à 155 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du plomb et de l'antimoine.

15° Que le temps du refroidissement du bismuth est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir, :: 7 : 6 par la présente expérience, et :: 28 1/2 : 26 par les expériences précédentes (article XVI). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 35 1/2 à 32 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant :: 31 : 29, et :: 107 : 98 par les expériences précédentes (article XVI), on aura, en ajoutant ces temps, 140 à 127 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du bismuth et de l'antimoine.

XVIII. On a mis dans le même four un boulet de verre, un nouveau boulet d'étain, un de cuivre, et un de fer, pour en faire une première comparaison, et ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minutes.
Étain, en........	8	En............. 17
Verre, en........	8 1/9	En............. 22
Cuivre, en........	14	En............. 42
Fer, en........	16	En............. 50

XIX. La même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minutes.
Étain, en........	7 1/2	En............. 21
Verre, en........	8	En............. 23
Cuivre, en........	12	En............. 36
Fer, en........	15	En............. 47

XX. Par une troisième expérience, les boulets chauffés pendant un plus long temps, mais à une chaleur un peu moindre, se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minutes.
Étain, en........	8 1/2	En............. 22
Verre, en........	9	En............. 24
Cuivre, en........	15	En............. 43
Fer, en........	17	En............. 46

XXI. Par une quatrième expérience répétée, les mêmes boulets, chauffés à un

feu plus ardent, se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minutes.
Étain, en........	8 1/2	En............. 25
Verre, en	9	En............. 25
Cuivre, en......	11 1/2	En............. 35
Fer, en.........	14	En............. 43

Il résulte de ces expériences répétées quatre fois,

1° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du cuivre, au point de les tenir, :: 62 : 52 1/2 par les présentes expériences, et :: 99 : 85 1/2 par les expériences précédentes (article XI). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 161 à 138 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 186 : 156, et par les expériences précédentes (article XI) :: 280 : 249, on aura, en ajoutant ces temps, 466 à 405 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du fer et du cuivre.

2° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du verre, au point de les tenir, :: 62 : 34 1/2, et :: 186 : 97 pour leur entier refroidissement.

3° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement de l'étain, au point de les tenir, :: 62 : 32 1/2 par les présentes expériences, et :: 69 1/2 : 32 par les expériences précédentes (art. XI). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 131 1/2 à 64 1/2 pour le rapport le plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les expériences présentes étant :: 186 : 92, et :: 274 : 134 par les expériences précédentes (article XI), on aura, en ajoutant ces temps, 460 à 226 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du fer et de l'étain.

4° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement du verre, au point de les tenir, :: 51 1/2 : 34 1/2, et :: 157 : 97 pour leur entier refroidissement.

5° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement de l'étain, au point de pouvoir les tenir, :: 52 1/2 : 32 1/2 par les expériences présentes, et :: 84 : 43 1/2 par les expériences précédentes (article XI). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 136 1/2 à 76 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les expériences présentes étant :: 157 : 92, et par les expériences précédentes (art. XI), :: 247 : 132, on aura, en ajoutant ces temps, 304 à 224 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du cuivre et de l'étain.

6° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement de l'étain, au point de les tenir, :: 24 1/2 : 32 1/2, et :: 97 : 92 pour leur entier refroidissement.

XXII. On a fait chauffer ensemble les boulets d'or, de verre, de porcelaine, de gypse, et de grès; ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minutes.
Gypse, en......	5	En............. 14
Porcelaine, en...	8 1/2	En............. 25
Verre, en.......	9	En 26
Grès, en........	10	En............. 32
Or, en..........	14 /12	En............. 45

XXIII. La même expérience répétée sur les mêmes boulets, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minutes.
Gypse, en......	4	En............. 13
Porcelaine, en...	7	En............. 22
Verre, en.......	9 1/2	En............. 24
Grès, en........	9 1/2	En............. 33
Or, en..........	13 1/2	En............. 41

XXIV. La même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minutes.
Gypse, en......	2 1/2	En............. 12
Porcelaine, en...	5 1/2	En............. 19
Verre, en.......	8 1/2	En............. 20
Grès, en........	8 1/2	En............. 25
Or, en..........	10	En............. 32

Il résulte de ces trois expériences,

1° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement du grès, au point de les tenir :: 38 : 28, et :: 118 : 90 pour leur entier refroidissement.

2° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement du verre, au point de les tenir, :: 38 : 27, et :: 118 : 70 pour leur entier refroidissement.

3° Que le temps du refroidissement de

l'or est à celui du refroidissement de la porcelaine, au point de les tenir, :: 38 : 21, et :: 118 : 66 pour leur entier refroidissement.

4° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement du gypse, au point de les tenir, :: 38 : 12 1/2, et, :: 118 : 39 pour leur entier refroidissement.

5° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement du verre, au point de les tenir, :: 28 1/2 : 27, et :: 90 : 70 pour leur entier refroidissement.

6° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement de la porcelaine, au point de pouvoir les tenir, :: 28 1/2 : 21, et :: 90 : 66 pour leur entier refroidissement.

7° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement du gypse, au point de les tenir, :: 28 1/2 : 12 1/2, et :: 90 : 39 pour leur entier refroidissement.

8° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement de la porcelaine, au point de les tenir, :: 27 : 21, et :: 70 : 66 pour leur entier refroidissement.

9° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement du gypse, au point de les tenir, :: 27 : 12 1/2, et :: 70 : 39 pour leur entier refroidissement.

10° Que le temps du refroidissement de la porcelaine est à celui du refroidissement du gypse, au point de les tenir, :: 21 : 12 1/2, et :: 66 : 39 pour leur entier refroidissement.

XXV. On a fait chauffer de même les boulets d'argent, de marbre commun, de pierre dure, de marbre blanc, et de pierre calcaire tendre d'Anières, près de Dijon.

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minutes.
Pierre calcaire tendre, en.......	8	En............. 25
Pierre dure, en...	10	En............. 34
Marbre commun, en............	11	En............. 35
Marbre blanc, en	12	En............. 36
Argent, en......	13 1/2	En............. 40

XXVI. La même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minutes.
Pierre calc. tendre, en.......	9	En............. 27
Pierre calc. dure, en...........	11	En............. 37
Marbre commun, en............	13	En............. 40
Marbre blanc, en	14	En............. 40
Argent, en......	16	En............. 43

XXVII. La même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minutes.
Pierre calc. tendre, en.......	9	En............. 26
Pierre calc. dure, en...........	10 1/2	En............. 36
Marbre commun, en...........	12 1/2	En............. 38
Marbre blanc, en	13 1/2	En............. 39
Argent, en......	16	En............. 42

Il résulte de ces trois expériences :

1° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement du marbre blanc, au point de les tenir, :: 45 1/2 : 39 1/2, et :: 125 : 115 pour leur entier refroidissement.

2° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement du marbre commun, au point de les tenir, :: 45 1/2 : 36, et :: 125 : 113 pour leur entier refroidissement.

3° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement de la pierre dure, au point de les tenir, :: 45 1/2 : 31 1/2, et :: 125 : 107 pour leur entier refroidissement.

4° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point de les tenir, :: 45 1/2 : 26, et :: 125 : 78 pour leur entier refroidissement.

5° Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement du marbre commun, au point de les tenir, :: 39 1/2 : 36, et :: 115 : 113 pour leur entier refroidissement.

6° Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement de la pierre dure, au point de les tenir, :: 39 1/2 : 31 1/2, et :: 115 : 107 pour leur entier refroidissement.

7° Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point de les tenir,

:: 39 1/2 : 26, et :: 115 : 78 pour leur entier refroidissement.

8° Que le temps du refroidissement du marbre commun est à celui du refroidissement de la pierre dure, au point de les tenir, :: 36 : 31 1/2, et :: 113 : 109 pour leur entier refroidissement.

9° Que le temps du refroidissement du marbre commun est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point de les tenir, :: 36 : 26, et :: 113 : 78 pour leur entier refroidissement.

10° Que le temps du refroidissement de la pierre dure est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point de les tenir, :: 31 1/2 : 26, et :: 107 : 78 pour leur entier refroidissement.

XXVIII. On a mis dans le même four bien chauffé, des boulets d'or, de marbre blanc, de marbre commun, de pierre dure et de pierre tendre ; ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Pierre calc. tendre, en.......	9	En 29
Marbre commun, en...........	11 1/2	En 35
Pierre dure, en..	11 1/2	En 35
Marbre blanc, en	13	En 35
Or, en..........	15 1/2	En 45

XXIX. La même expérience répétée à une moindre chaleur, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Pierre calc. tendre, en.	6	En 19
Pierre dure, en. .	8	En 25
Marbre commun, en	9 1/2	En 26
Marbre blanc, en	10	En 29
Or, en.	12	En 37

XXX. La même expérience répétée une troisième fois, les boulets chauffés à un feu plus ardent, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Pierre tendre, en	7	En 20
Pierre dure, en. .	8	En 24
Marbre commun, en	8 1/2	En 20
Marbre blanc, en	9	En 28
Or, en	12	En 35

Il résulte de ces trois expériences :

1° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement du marbre blanc, au point de les tenir, :: 39 1/2 : 32, et :: 117 : 92 pour leur entier refroidissement.

2° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement du marbre commun, au point de les tenir, :: 39 1/2 : 29 1/2, et :: 117 : 87 pour leur entier refroidissement.

3° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de la pierre dure, au point de les tenir, :: 39 1/2 : 27 1/2, et :: 117 : 86 pour leur entier refroidissement.

4° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point de les tenir, :: 39 1/2 : 22, et :: 117 : 68 pour leur entier refroidissement.

5° Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement du marbre commun, au point de les tenir, :: 32 : 29, et :: 92 : 87 pour leur entier refroidissement.

6° Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement de la pierre dure, au point de les tenir, :: 32 : 27 1/2, et :: 92 : 84 pour leur entier refroidissement.

7° Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point de les tenir, :: 32 : 22, et :: 92 : 68 pour leur entier refroidissement.

8° Que le temps du refroidissement du marbre commun est à celui du refroidissement de la pierre dure, au point de les tenir, :: 29 : 27 1/2, et :: 87 : 84 pour leur entier refroidissement.

9° Que le temps du refroidissement du marbre commun est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point de les tenir, :: 29 : 22, et :: 87 : 68 pour leur entier refroidissement.

10° Que le temps du refroidissement de la pierre dure est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point de les tenir, :: 27 1/2 : 22, et :: 84 : 68 pour leur entier refroidissement.

XXXI. On a mis dans le même four les boulets d'argent, de grès, de verre, de porcelaine et de gypse ; ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minutes.
Gypse, en. . . .	3	En 14
Porcelaine, en. .	6 1/2	En 17
Verre, en	8 3/4	En 20
Grès, en.	9	En 27
Argent, en. . . .	12 1/2	En 35

XXXII. La même expérience répétée et les boulets chauffés à une chaleur moindre, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minutes.
Gypse, en. . . .	3	En 13
Porcelaine, en. .	7	En 19
Verre, en	8 1/2	En 22
Grès, en.	9 1/2	En 26
Argent, en. . . .	12	En 34

XXXIII. La même expérience répétée une troisième fois, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minutes.
Gypse, en. . . .	3	En 12
Porcelaine, en. .	6	En 17
Verre, en	7 3/4	En 20
Grès, en.	8	En 27
Argent, en. . . .	11 1/2	En 34

Il résulte de ces trois expériences :

1° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement du grès, au point de les tenir, :: 36 : 26 1/2, et :: 103 : 80 pour leur entier refroidissement.

2° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement du verre, au point de les tenir, :: 36 : 25, et :: 103 : 62 pour leur entier refroidissement.

3° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement de la porcelaine, au point de les tenir, :: 36 : 20, et :: 103 : 54 pour leur entier refroidissement.

4° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement du gypse, au point de les tenir, :: 36 : 9, et :: 103 : 39 pour leur entier refroidissement.

5° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement du verre, au point de les tenir, :: 26 1/2 : 25 par les expériences présentes, et :: 28 1/2 : 27 par les expériences précédentes (art. XXIV). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 55 à 52 pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidissement ; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 80 : 62, et :: 90 : 70 par les expériences précédentes (art. XXIV), on aura, en ajoutant ces temps, 170 à 132 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du grès et du verre.

6° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement de la porcelaine, au point de pouvoir les tenir, :: 26 1/2 : 19 1/2 par les présentes expériences, et :: 28 1/2 : 21 par les expériences précédentes (art. XXIV). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 55 à 40 1/2 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 80 : 54, et :: 90 : 66 par les précédentes expériences (art. XXIV), on aura, en ajoutant ces temps, 170 à 120 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du grès et de la porcelaine.

7° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement du gypse, au point de les tenir, :: 26 1/2 : 9 par les expériences présentes, et :: 28 1/2 : 12 1/2 par les expériences précédentes (article XXIV). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 55 à 21 1/2 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; et pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant :: 80 : 39, et :: 90 : 39 par les expériences précédentes (art. XXIV), on aura, en ajoutant ces temps, 170 à 78 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du grès et du gypse.

8° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement de la porcelaine, au point de les tenir, :: 25 : 19 par les présentes expériences, et :: 27 : 21 par les expériences précédentes (article XXIV). Ainsi, en ajoutant ces temps, on aura 52 à 40 1/2 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; et pour le second, le rapport donné par les expériences présentes étant :: 62 : 51, et :: 70 : 66 par les expériences précédentes (art. XXIV), on aura, en ajoutant ces temps, 132 à 117 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du verre et de la porcelaine.

9° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement du gypse, au point de les tenir, :: 25 : 9 par la présente expérience, et :: 27 : 12 1/2 par les expériences précédentes (art. XXIV). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 52 à 21 1/2 pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidissement ; et pour le second,

le rapport donné par les présentes expériences étant :: 62 : 39, et :: 70 : 39 par les expériences précédentes (art. XXIV), on aura, en ajoutant ces temps, 132 à 78 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du verre et du gypse.

10° Que le temps du refroidissement de la porcelaine est à celui du refroidissement du gypse, au point de les tenir, :: 19 1/2 : 9 par les présentes expériences, et :: 21 : 12 1/2 par les expériences précédentes (article XXIV). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 40 1/2 à 21 1/2 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 54 : 39, et par les expériences précédentes (art. XXIV), :: 66 : 39, on aura, en ajoutant ces temps, 120 à 78 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la porcelaine et du gypse.

XXXIV. On a mis dans le même four les boulets d'or, de craie blanche, d'ocre et de glaise; ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minutes.	
Craie, en.	6	En	15
Ocre, en.	6 1/2	En	16
Glaise, en	7	En	18
Or, en	12	En	36

XXXV. La même expérience répétée avec les mêmes boulets et un boulet de plomb, leur refroidissement s'est fait dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minutes.	
Craie, en.	4	En	11
Ocre, en.	5	En	13
Glaise, en	5 1/2	En	15
Plomb, en	7	En	18
Or, en	9 1/2	En	29

Il résulte de ces deux expériences :

1° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir, :: 9 1/2 : 7 par l'expérience présente, et :: 38 : 24 par les expériences précédentes (art. XVI). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 47 1/2 à 31 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 29 : 18, et :: 115 : 90 par les expériences précédentes (art. XVI), on aura, en ajoutant ces temps, 144 à 108 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'or et du plomb.

2° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de la glaise, au point de les tenir, :: 21 1/2 : 12 1/2, et :: 65 : 33 pour leur entier refroidissement.

3° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de les tenir, :: 21 1/2 : 11 1/2, et :: 65 : 29 pour leur entier refroidissement.

4° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de la craie, au point de les tenir, :: 21 1/2 : 10, et :: 65 : 26 pour leur entier refroidissement.

5° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement de la glaise, au point de pouvoir les tenir, :: 7 : 5 1/2, et :: 18 : 15 pour leur entier refroidissement.

6° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement de l'ocre au point de pouvoir les tenir, :: 7 : 5, et :: 18 : 13 pour leur entier refroidissement.

7° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement de la craie, au point de les tenir, :: 7 : 4, et :: 18 : 11 pour leur entier refroidissement.

8° Que le temps du refroidissement de la glaise est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de pouvoir les tenir, :: 12 1/2 : 11 1/2, et :: 33 : 29 pour leur entier refroidissement.

9° Que le temps du refroidissement de la glaise est à celui du refroidissement de la craie, au point de pouvoir les tenir, :: 12 1/2 : 10, et :: 33 : 26 pour leur entier refroidissement.

10° Que le temps du refroidissement de l'ocre est à celui du refroidissement de la craie, au point de pouvoir les tenir, :: 11 1/2 : 10, et :: 29 : 26 pour leur entier refroidissement.

XXXVI. On a mis dans le même four les boulets de fer, d'argent, de gypse, de pierre ponce, et de bois, mais à un degré de chaleur moindre pour ne point faire brûler le bois; et ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minutes.	
Pierre ponce, en.	2	En	5
Bois, en	2	En	6
Gypse, en	2 1/2	En	11
Argent, en. . . .	10	En	35
Fer, en.	13	En	40

XXXVII. La même expérience répétée à une moindre chaleur, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

	Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Pierre ponce, en	1 1/2	En 4
Bois, en.	2	En 5
Gypse, en. . . .	2 1/2	En 9
Argent, en. . . .	7	En 24
Fer, en.	8 1/2	En 31

Il résulte de ces expériences :

1° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement de l'argent au point de pouvoir les tenir, :: 21 1/2 : 17 par les présentes expériences, et :: 45 1/2 : 34 par les expériences précédentes (article XI). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 67 à 51 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; et pour le second, le rapport donné par les expériences présentes étant :: 71 : 59, et :: 138 : 97 par les expériences précédentes (art. XI), on aura, en ajoutant ces temps, 209 à 156 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du fer et de l'argent.

2° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du gypse, au point de pouvoir les tenir, :: 21 1/2 : 5, et :: 71 : 20 pour leur entier refroidissement.

3° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du bois, au point de pouvoir les tenir, :: 21 1/2 : 4, et :: 71 : 11 pour leur entier refroidissement.

4° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement de la pierre ponce, au point de les tenir, :: 21 1/2 : 3 1/2, et :: 71 : 9 pour leur entier refroidissement.

5° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement du gypse, au point de les tenir, :: 17 : 5, et :: 59 : 30 pour leur entier refroidissement.

6° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement du bois, au point de pouvoir les tenir, :: 17 : 4, et :: 59 : 11 pour leur entier refroidissement.

7° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement de la pierre ponce, au point de pouvoir les tenir, :: 17 : 3 1/2, et :: 59 : 9 pour leur entier refroidissement.

8° Que le temps du refroidissement du gypse est à celui du refroidissement du bois, au point de pouvoir les tenir, :: 5 : 4, et :: 20 : 11 pour leur entier refroidissement.

9° Que le temps du refroidissement du gypse est à celui du refroidissement de la pierre ponce, au point de pouvoir les tenir, :: 5 : 3 1/2, et :: 20 : 9 pour leur entier refroidissement.

10° Que le temps du refroidissement du bois est à celui du refroidissement de la pierre ponce, au point de les tenir, :: 4 : 3 1/2, et :: 11 : 9 pour leur entier refroidissement.

XXXVIII. Ayant fait chauffer ensemble les boulets d'or, d'argent, de pierre tendre, et de gypse, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

	Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Gypse, en	4 1/2	En 14
Pierre tendre, en.	12	En 27
Argent, en. . . .	16	En 42
Or, en	18	En 47

Il résulte de cette expérience :

1° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de l'argent, au point de pouvoir les tenir, :: 18 : 16 par l'expérience présente, et :: 62 : 55 par les expériences précédentes (article XV). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 98 à 71 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; et pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 35 : 42, et :: 187 : 159 par les expériences précédentes (article XV), on aura, en ajoutant ces temps, 234 à 201 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'or et de l'argent.

2° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point de les tenir, :: 18 : 12, et :: 39 1/2 : 23 par les expériences précédentes (article XXX). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 57 1/2 à 35 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; et pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 47 : 27, et par les expériences précédentes (article XXX) :: 117 : 68, on aura, en ajoutant ces temps, 164 à 95 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'or et de la pierre tendre.

3° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement du gypse, au point de les tenir, :: 18 : 4 1/2, et :: 38 : 12 1/2, par les expériences précédentes (art. XXIV). Ainsi on aura, en ajou-

tant ces temps, 56 à 17 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant :: 47 : 14, et :: 118 : 39 par les expériences précédentes (art. XXIV), on aura, en ajoutant ces temps, 165 à 53 pour le rapport encore plus précis de leur entier refroidissement.

4° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point de les tenir, :: 16 : 12 par la présente expérience, et :: 45 1/2 : 26 par les expériences précédentes (article XXVII). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 61 1/2 à 38 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant :: 42 : 27, et :: 125 : 78 par les expériences précédentes (art. XXVII), on aura en ajoutant ces temps, 167 à 105 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'argent et de la pierre tendre.

5° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement du gypse, au point de pouvoir les tenir, :: 16 : 4 1/2 par la présente expérience, et :: 17 : 5 par les expériences précédentes (article XXXVI). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 33 à 9 1/2 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 42 : 14, et :: 59 : 20 par les expériences précédentes (art. XXXVI), on aura, en ajoutant ces temps, 101 à 34 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'argent et du gypse.

6° Que le temps du refroidissement de la pierre tendre est à celui du refroidissement du gypse, au point de les tenir, :: 12 : 4 1/2, et :: 72 : 14 pour leur entier refroidissement.

XXXIX. Ayant fait chauffer pendant vingt minutes, c'est-à-dire pendant un temps à peu près double de celui qu'on tenoit ordinairement les boulets au feu, qui étoit communément de dix minutes, les boulets de fer, de cuivre, de verre, de plomb, et d'étain, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Étain, en 10	En 25
Plomb, en. . . . 11	En 30
Verre, en 12	En 35
Cuivre, en. . . . 16 1/2	En 44
Fer, en. 20 1/2	En 50

Il résulte de cette expérience, qui a été faite avec la plus grande précaution :

1° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du cuivre, au point de pouvoir les tenir, :: 20 1/2 : 16 1/2 par la présente expérience, et :: 161 : 138 par les expériences précédentes (article XXI). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 181 1/2 à 154 1/2 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 50 : 44, et :: 466 : 405 par les expériences précédentes (art. XXI), on aura, en ajoutant ces temps, 516 à 449 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du fer et du cuivre.

2° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du verre, au point de pouvoir les tenir, :: 20 1/2 : 12 par l'expérience présente, et :: 62 : 35 1/2 par les expériences précédentes (article XXI). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 82 1/2 à 46 pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 50 : 35, et :: 186 : 97 par les expériences précédentes (article XXI), on aura, en ajoutant ces temps, 236 à 132 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du fer et du verre.

3° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir, :: 20 1/2 : 11 par la présente expérience, et :: 53 1/2 : 27 par les expériences précédentes (article IV). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 74 à 38 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant :: 50 : 30, et :: 142 : 94 1/2 par les expériences précédentes (art. IV), on aura, en ajoutant ces temps, 192 à 124 1/2 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du fer et du plomb.

4° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement de l'étain, au point de pouvoir les tenir, :: 20 1/2 : 10, et :: 131 : 64 1/2 par les expériences précédentes (art. XXI). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 152 à 74 1/2 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 50 : 25, et :: 460 : 226 par les expériences précédentes (art. XXI), on aura, en ajou-

tant ces temps, 510 à 251 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du fer et de l'étain.

5° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement du verre, au point de les tenir, :: 16 1/2 : 12 par la présente expérience, et :: 52 1/2 : 34 1/2 par les expériences précédentes (art. XXI). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 69 à 46 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; et pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant :: 44 : 35, et :: 157 : 97 par les expériences précédentes (article XXI), on aura, en ajoutant ces temps, 201 à 132 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du cuivre et du verre.

6° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement du plomb, au point de les tenir, :: 16 1/2 : 11 par la présente expérience, et :: 45 : 27 par les expériences précédentes (art. V). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 61 1/2 à 38 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; et pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant :: 44 : 30, et :: 125 : 94 1/2 par les expériences précédentes (art. V), on aura, en ajoutant ces temps, 169 à 124 1/2 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du cuivre et du plomb.

7° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement de l'étain, au point de les tenir, :: 16 1/2 : 10 par l'expérience présente, et :: 136 1/2 : 76 par les expériences précédentes (article XXI). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 153 à 86 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; et pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant :: 44 : 25, et :: 304 : 224 par les expériences précédentes (article XXI), on aura, en ajoutant ces temps, 348 à 249 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du cuivre et de l'étain.

8° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir, :: 12 : 11, et :: 35 : 30 pour leur entier refroidissement.

9° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement de l'étain, au point de les tenir, :: 12 : 10 par la présente expérience, et :: 34 1/2 : 32 1/2 par les expériences précédentes (art. XXI). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 46 à 42 1/2 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; et pour le second, le rapport donné par l'expérience présente, étant :: 35 : 25, et :: 97 : 92 par les expériences précédentes (art. XXI), on aura, en ajoutant ces temps, 132 à 117 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du verre et de l'étain.

10° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement de l'étain, au point de les tenir :: 11 : 10 par la présente expérience, et :: 25 1/2 : 21 1/2 par les expériences précédentes (art. VIII). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 36 1/2 à 31 1/2 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; et pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant :: 30 : 25, et :: 79 1/2 : 64 par les expériences précédentes (art. VIII), on aura, en ajoutant ces temps, 109 1/2 à 89 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du plomb et de l'étain.

XL. Ayant mis chauffer ensemble les boulets de cuivre, de zinc, de bismuth, d'étain et d'antimoine, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Antimoine, en. .	8	En	24
Bismuth, en. . .	8	En	23
Étain, en	8 1/2	En	25
Zinc, en.	12	En	30
Cuivre, en. . . .	14	En	40

XLI. La même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Antimoine, en. .	8	En	23
Bismuth, en. . .	8	En	24
Étain, en	9 1/2	En	25
Zinc, en	12	En	38
Cuivre, en. . . .	14	En	40

Il résulte de ces deux expériences :

1° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement du zinc, au point de les tenir, :: 28 : 24, et :: 80 : 68 pour leur entier refroidissement.

2° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement de l'étain, au point de les tenir, :: 28 : 18 par les présentes expériences, et :: 153 : 86 par les expériences précédentes (art. XXXIX). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 181 à 104 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; et pour le second,

le rapport donné par la présente expérience étant :: 80 : 47, et par les expériences précédentes (art. XXXIX) :: 348 : 249, on aura, en ajoutant ces temps, 428 à 296 pour le rapport plus précis de l'entier refroidissement du cuivre et de l'étain.

3° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir, :: 28 : 16, et :: 80 : 47 pour leur entier refroidissement.

4° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement du bismuth, au point de les tenir, :: 28 : 16, et :: 80 : 47 pour leur entier refroidissement.

5° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement de l'étain, au point de les tenir, :: 24 : 18, et :: 68 : 47 pour leur entier refroidissement.

6° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les tenir, :: 24 : 16, par les présentes expériences, et :: 73 : 39 1/2 par les expériences précédentes (art. XVII). Ainsi, en ajoutant ces temps, on aura 97 à 55 1/2 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les expériences présentes étant :: 68 : 47, et :: 220 : 155 par les expériences précédentes (art. XVII), on aura, en ajoutant ces temps, 288 à 202 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc et de l'antimoine.

7° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du bismuth, au point de pouvoir les tenir, :: 24 : 16, et :: 59 : 35 1/2 par les expériences précédentes (art. XVII). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 83 à 51 1/2 pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant :: 68 : 47, et :: 176 : 140 par les expériences précédentes (art. XVII), on aura, en ajoutant ces temps, 244 à 187 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc et du bismuth.

8° Que le temps du refroidissement de l'étain est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les tenir, :: 18 : 16, et :: 50 : 47 pour leur entier refroidissement.

9° Que le temps du refroidissement de l'étain est à celui du refroidissement du bismuth, au point de les tenir, :: 18 : 16, et :: 50 : 47 pour leur entier refroidissement.

10° Que le temps du refroidissement du bismuth est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir, :: 16 : 16 par la présente expérience, et :: 35 1/2 : 32 par les expériences précédentes (art. XVII). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 51 à 48 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement, et pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 47 : 47, et par les expériences précédentes (art. XVII) :: 140 : 127, on aura, en ajoutant ces temps, 187 à 174 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du bismuth et de l'antimoine.

XLII. Ayant fait chauffer ensemble les boulets d'or, d'argent, de fer, d'émeril et de pierre dure, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minutes.	
Pierre calc. dure, en	11 1/2	En	32
Argent, en	13	En	37
Or, en	14	En	40
Émeril, en	15 1/2	En	46
Fer, en	17	En	51

Il résulte de cette expérience :

1° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement de l'émeril, au point de pouvoir les tenir, :: 17 : 15 1/2, et :: 51 : 46 pour leur entier refroidissement.

2° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement de l'or, au point de pouvoir les tenir, :: 17 : 14 par la présente expérience, et :: 45 1/2 : 37 par les expériences précédentes (article XI). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 62 1/2 à 51 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant :: 51 : 40, et :: 138 : 114 par les expériences précédentes (article XI), on aura, en ajoutant ces temps, 189 à 154 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du fer et de l'or.

3° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement de l'argent, au point de les tenir, :: 17 : 13 par la présente expérience, et :: 67 : 51 par les expériences précédentes (art. XXXVII). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 84 à 64 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par la présente expérience

étant :: 51 : 37, et :: 209 : 156 par les expériences précédentes (art. XXXVII), on aura, en ajoutant ces temps, 260 à 193 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du fer et de l'argent.

4° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement de la pierre dure, au point de les tenir, :: 17 : 11 1/4, et :: 51 : 52 pour leur entier refroidissement.

5° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement de l'or, au point de pouvoir les tenir, :: 15 1/2 : 14 par la présente expérience, et :: 44 : 38 par les expériences précédentes (article XVI). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 59 1/2 à 52 pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant :: 46 : 40, et :: 131 : 115 par les expériences précédentes (art. XVI), on aura, en ajoutant ces temps, 177 à 155 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'émeril et de l'or.

6° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement de l'argent au point de pouvoir les tenir, :: 15 1/2 : 13 par la présente expérience, et :: 43 : 32 1/2 par les expériences précédentes (art. XVII). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 58 1/2 à 45 1/2 pour le rapport plus précis du premier refroidissement de l'émeril et de l'argent; et pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant :: 46 : 37, et :: 125 : 98 par les expériences précédentes (art. XVII), on aura, en ajoutant ces temps, 171 à 135 pour le rapport encore plus précis de leur entier refroidissement.

7° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement de la pierre dure, au point de les tenir, :: 15 1/2 : 12, et :: 46 : 32 pour leur entier refroidissement.

8° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de l'argent, au point de les tenir, :: 14 : 13 par la présente expérience, et :: 80 : 71 par les expériences précédentes (art. XXXVIII). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 94 à 84 pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant :: 40 : 37, et :: 234 : 201 par les expériences précédentes (article XXXVIII), on aura, en ajoutant ces temps, 274 à 238 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'or et de l'argent.

9° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de la pierre dure, au point de les tenir, :: 14 : 12 par la présente expérience, et :: 39 1/2 : 27 1/2 par les expériences précédentes (article XXX). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 53 1/2 à 39 1/2 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant :: 40 : 32, et :: 117 : 86 par les expériences précédentes (art. XXX), on aura, en ajoutant ces temps, 157 à 118 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'or et de la pierre dure.

10° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement de la pierre dure, au point de pouvoir les tenir, :: 13 : 12 par la présente expérience, et :: 45 1/2 : 31 1/2 par les expériences précédentes (art. XXVII). Ainsi, en ajoutant ces temps, on aura 58 1/2 à 43 1/2 pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 37 : 32, et :: 125 : 107 par les expériences précédentes (art. XXVIII), on aura, en ajoutant ces temps, 162 à 139 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'argent et de la pierre dure.

XLIII. Ayant fait chauffer ensemble les boulets de plomb, de fer, de marbre blanc, de grès, de pierre tendre, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minutes.
Pierre calc. tendre, en	6 1/2	En 20
Plomb, en. . . .	8	En 29
Grès, en.	8 1/2	En 29
Marbre blanc, en	10 1/2	En 29
Fer, en.	15	En 43

XLIV. La même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minutes.
Pierre calc. tendre, en. . . .	7	En 21
Plomb, en. . . .	8	En 28
Grès, en.	8 1/2	En 28
Marbre blanc, en	10 1/2	En 30
Fer, en.	16	En 45

Il résulte de ces deux expériences :

1° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du marbre blanc, au point de les tenir, :: 31 : 21, et :: 88 : 59 pour leur entier refroidissement.

2° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du grès, au point de les tenir, :: 31 : 17 par la présente expérience, et :: 53 1/2 : 32 par les expériences précédentes (art. IV). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 84 1/2 à 49 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant :: 88 : 57, et :: 142 : 102 1/2 par les expériences précédentes (art. IV), on aura, en ajoutant ces temps, 230 à 159 1/2 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du fer et du grès.

3° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir, :: 31 : 16 par les expériences présentes, et :: 74 : 38 par les expériences précédentes (article XXXIX). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 105 à 54 pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les expériences présentes étant :: 88 : 57, et :: 192 : 124 1/2 par les expériences précédentes (art. XXXIX), on aura, en ajoutant ces temps, 280 à 181 1/2 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du fer et du plomb.

4° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point de pouvoir les tenir, :: 31 : 13, et :: 88 : 41 pour leur entier refroidissement.

5° Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement du grès, au point de les tenir, :: 21 : 17, et :: 59 : 57 pour leur entier refroidissement.

6° Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement du plomb, au point de les tenir, :: 21 : 17, et :: 59 : 57 pour leur entier refroidissement.

7° Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement de la pierre calcaire tendre, au point de les tenir, :: 21 : 13 1/2 par les présentes expériences, et :: 32 : 23 par les expériences précédentes (art. XXX). Ainsi, en ajoutant ces temps, on aura 53 à 36 1/2 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les expériences présentes étant :: 59 : 41, et :: 92 : 68 par les expériences précédentes (art. XXX), on aura, en ajoutant ces temps, 151 à 129 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du marbre blanc et de la pierre calcaire tendre.

8° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement du plomb, au point de les tenir, :: 17 : 16 par les expériences présentes, et :: 42 1/2 : 35 1/2 par les expériences précédentes (article VIII). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 59 1/2 à 51 1/2 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 57 : 57, et :: 130 : 121 1/2 par les expériences précédentes (art. VIII), on aura, en ajoutant ces temps, 187 à 178 1/2 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du grès et du plomb.

9° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point de pouvoir les tenir, :: 17 : 13 1/2, et :: 57 : 41 pour leur entier refroidissement.

10° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point de les tenir, :: 16 : 13 1/2, et :: 57 : 41 pour leur entier refroidissement.

XLV. On a fait chauffer ensemble les boulets de gypse, d'ocre, de craie, de glaise et de verre; et voici l'ordre dans lequel ils se sont refroidis :

	Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minutes.
Gypse, en	3 1/2	En	14
Ocre, en	5 1/2	En	16
Craie, en	5 1/2	En	16
Glaise, en	6 1/2	En	18
Verre, en	8	En	24

XLVI. La même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

	Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minutes.
Gypse, en	3 1/2	En	14
Ocre, en	5 1/2	En	16
Craie, en	5 1/2	En	16
Glaise, en	7	En	18
Verre, en	8 1/2	En	22

Il résulte de ces deux expériences :

1° Que le temps du refroidissement du

verre est à celui du refroidissement de la glaise, au point de les tenir, :: 16 1/2 : 13 1/2, et :: 46 : 36 pour leur entier refroidissement.

2° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement de la craie, au point de les tenir, :: 16 1/2 : 11, et :: 46 : 32 pour leur entier refroidissement.

3° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de les tenir, :: 16 1/2 : 11, et :: 46 : 32 pour leur entier refroidissement.

4° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement du gypse, au point de pouvoir les tenir, :: 16 1/2 : 7 par la présente expérience, et :: 52 : 21 1/2 par les expériences précédentes (article XXXIII). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 68 1/2 à 28 1/2 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les expériences présentes étant :: 46 : 29, et :: 32 : 78 par les expériences précédentes (article XXXIII), on aura, en ajoutant ces temps, 78 à 107 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du verre et du gypse.

5° Que le temps du refroidissement de la glaise est à celui du refroidissement de la craie, au point de les tenir, :: 13 1/2 : 11 par la présente expérience, et :: 12 1/2 : 10 par les expériences précédentes (art. XXXV). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 26 à 21 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 36 : 32, et :: 33 : 26 par les expériences précédentes (art. XXXV), on aura, en ajoutant ces temps, 69 à 58 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la glaise et de la craie.

6° Que le temps du refroidissement de la glaise est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de les tenir, :: 13 1/2 : 11 par les présentes expériences, et :: 12 1/2 : 11 1/2 par les expériences précédentes (article XXXV). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 26 à 22 1/2 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 36 : 32, et :: 33 : 29 par les expériences précédentes (art. XXXV), on aura, en ajoutant ces temps, 69 à 61 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la glaise et de l'ocre.

7° Que le temps du refroidissement de la glaise est à celui du refroidissement du gypse, au point de les tenir, :: 13 1/2 : 17, et :: 36 : 29 pour leur entier refroidissement.

8° Que le temps du refroidissement de la craie est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de les tenir, :: 11 : 11 par les présentes expériences, et :: 10 : 11 1/2 par les expériences précédentes (art. XXXV). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 21 à 22 1/2 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les expériences présentes étant :: 32 : 32, et :: 26 : 29 par les expériences précédentes (art. XXXV), on aura, en ajoutant ces temps, 58 à 61 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la craie et de l'ocre.

9° Que le temps du refroidissement de la craie est à celui du refroidissement du gypse, au point de les tenir, :: 11 : 7, et :: 32 : 29 pour leur entier refroidissement.

10° Que le temps du refroidissement de l'ocre est à celui du refroidissement du gypse, au point de les tenir, :: 11 : 7, et :: 32 : 29 pour leur entier refroidissement.

XLVII. Ayant fait chauffer ensemble les boulets de zinc, d'étain, d'antimoine, de grès, et de marbre blanc, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minutes.
Antimoine, en. .	6	En 16
Étain, en	6 1/2	En 20
Grès, en.	8	En 26
Marbre blanc, en.	9 1/2	En 29
Zinc, en.	11 1/2	En 35

XLVIII. La même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minutes.
Antimoine, en. .	5	En 13
Étain, en	6	En 16
Grès, en.	7	En 21
Marbre blanc, en	8	En 24
Zinc, en.	9 1/2	En 30

Il résulte de ces deux expériences :

1° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du marbre blanc, au point de les tenir, :: 21 : 17 1/2, et :: 65 : 53 pour leur entier refroidissement.

2° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du grès,

au point de les tenir, :: 21 : 15, et :: 65 : 47 pour leur entier refroidissement.

3° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement de l'étain, au point de les tenir, :: 21 : 12 1/2 par les présentes expériences, et :: 24 : 18 par les expériences précédentes (art. XLI). Ainsi, en ajoutant ces temps, on aura 45 à 30 1/2 pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les expériences présentes étant :: 65 : 36, et par les expériences précédentes (art. XLI) :: 68 : 47, on aura, en ajoutant ces temps, 133 à 83 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc et de l'étain.

4° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les tenir, :: 21 : 11 par les présentes expériences, et :: 73 : 39 1/2 par les expériences précédentes (article XVII). Ainsi, en ajoutant ces temps, on aura 94 à 50 1/2 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 65 : 29, et :: 220 : 155 par les expériences précédentes (art. XVII), on aura, en ajoutant ces temps, 285 à 184 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc et de l'antimoine.

5° Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement du grès, au point de pouvoir les tenir, :: 17 1/2 : 15 par les présentes expériences, et :: 21 : 17 par les expériences précédentes (art. XLIV). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 38 1/2 à 32 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 53 : 47, et :: 59 : 57 par les expériences précédentes (art. XLIV), on aura, en ajoutant ces temps, 112 à 104 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du marbre blanc et du grès.

6° Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement de l'étain, au point de les tenir, :: 17 1/2 : 12 1/2, et :: 53 : 36 pour leur entier refroidissement.

7° Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les tenir, :: 17 1/2 : 11, et :: 53 : 36 pour leur entier refroidissement.

8° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement de l'étain, au point de les tenir, :: 15 : 12 1/2 par les présentes expériences, et :: 30 : 21 1/2 par les expériences précédentes (art. VIII). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 45 à 34 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 47 : 36, et :: 84 : 64 par les expériences précédentes (art. VIII), on aura, en ajoutant ces temps, 131 à 100 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du grès et de l'étain.

9° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les tenir, :: 15 : 11, et :: 47 : 29 pour leur entier refroidissement.

10° Que le temps du refroidissement de l'étain est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir, :: 12 1/2 : 11 par les présentes expériences, et :: 18 : 16 par les expériences précédentes (art. XL). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 30 1/2 à 27 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les expériences présentes étant :: 36 : 29, et :: 47 : 47 par les expériences précédentes (art. XL), on aura, en ajoutant ces temps, 83 à 76 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'étain et de l'antimoine.

XLIX. On a fait chauffer ensemble les boulets de cuivre, d'émeril, de bismuth, de glaise, et d'ocre; et ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Ocre, en........	6	En.............	18
Bismuth, en.....	7	En.............	22
Glaise, en......	7	En.............	23
Cuivre, en......	13	En.............	36
Émeril, en......	15 1/2	En.............	43

L. La même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Ocre, en........	5 1/2	En.............	13
Bismuth, en.....	6	En.............	18
Glaise, en......	6	En.............	19
Cuivre, en......	10	En.............	30
Émeril, en......	11 1/2	En.............	38

Il résulte de ces deux expériences :

1° Que le temps du refroidissement de

l'émeril est à celui du refroidissement du cuivre, au point de les tenir, :: 27 : 23, et :: 81 : 66 pour leur entier refroidissement.

2° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement de la glaise, au point de les tenir, :: 27 : 13, et :: 81 : 42 pour leur entier refroidissement.

3° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement du bismuth, au point de les tenir, :: 27 : 13 par les présentes expériences, et :: 71 : 35 1/2 par les expériences précédentes (article XVII). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 98 à 48 1/2 pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les expériences présentes étant :: 81 : 40, et par les expériences précédentes (art. XVII), :: 216 : 140, on aura, en ajoutant ces temps, 297 à 180 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'émeril et du bismuth.

4° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de les tenir, :: 27 : 11 1/2, et :: 81 : 31 pour leur entier refroidissement.

5° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement de la glaise, au point de les tenir, :: 23 : 13, et :: 66 : 42 pour leur entier refroidissement.

6° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement du bismuth, au point de pouvoir les tenir, :: 23 : 13 par les présentes expériences, et :: 28 : 16 par les expériences précédentes (article XLI). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 51 à 29 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 66 : 40, et :: 80 : 47 par les expériences précédentes (art. XLI), on aura, en ajoutant ces temps, 146 à 87 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du cuivre et du bismuth.

7° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de les tenir, :: 33 : 11 1/2, et :: 66 : 31 pour leur entier refroidissement.

8° Que le temps du refroidissement de la glaise est à celui du refroidissement du bismuth, au point de pouvoir les tenir, :: 13 : 13, et :: 42 : 41 pour leur entier refroidissement.

9° Que le temps du refroidissement de la glaise est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de les tenir, :: 13 : 11 1/2, par les expériences présentes, et :: 26 : 22 1/2 par les expériences précédentes (article XLVI). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 39 à 34 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les expériences présentes étant :: 41 : 31, et :: 69 : 61 par les expériences précédentes (art. XLVI), on aura, en ajoutant ces temps, 111 à 92 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la glaise et de l'ocre.

10° Que le temps du refroidissement du bismuth est à celui du refroidissement de l'ocre, pour pouvoir les tenir, :: 13 : 11 1/2, et :: 42 : 31 pour leur entier refroidissement.

LI. Ayant fait chauffer ensemble les boulets de fer, de zinc, de bismuth, de glaise et de craie, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minutes.	
Craie, en.......	6 1/2	En.............	18
Bismuth, en......	7	En.............	19
Glaise, en.......	8	En.............	20
Zinc, en........	15	En.............	25
Fer, en.........	19	En.............	45

LII. La même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minutes.	
Craie, en.......	7	En.	20
Bismuth, en.....	7 1/2	En.............	21
Glaise, en.......	9	En.............	24
Zinc, en........	16	En.............	34
Fer, en.........	21 1/2	En.............	53

On peut conclure de ces deux expériences :

1° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du zinc, au point de les tenir, :: 40 1/2 : 31, et :: 98 : 59 pour leur entier refroidissement.

2° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du bismuth, au point de les tenir, :: 40 1/2 : 14 1/2, et :: 98 : 40 pour leur entier refroidissement.

3° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement de la glaise, au point de les tenir, :: 40 1/2 : 17,

et :: 98 : 44 pour leur entier refroidissement.

4° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement de la craie, au point de les tenir, :: 40 1/2 : 12 1/2, et :: 98 : 38 pour leur entier refroidissement.

5° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du bismuth, au point de les tenir, :: 31 : 14 1/2 par les présentes expériences, et :: 34 1/2 : 20 1/2 par les expériences précédentes (art. XV). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 65 1/2 à 35 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 59 : 40, et :: 100 : 80 par les expériences précédentes (art. XV), on aura, en ajoutant ces temps, 159 à 120 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc et du bismuth.

6° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement de la glaise, au point de les tenir, :: 31 : 17, et :: 59 : 44 pour leur entier refroidissement.

7° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement de la craie, au point de les tenir, :: 31 : 12 1/2, et :: 59 : 38 pour leur entier refroidissement.

8° Que le temps du refroidissement du bismuth est à celui du refroidissement de la glaise, au point de les tenir, :: 14 1/2 : 17 par les présentes expériences, et :: 13 : 13 par les expériences précédentes (art. L). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 27 1/2 à 30 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les expériences présentes étant :: 40 : 44, et :: 41 : 42 par les expériences précédentes (art. L), on aura, en ajoutant ces temps, 81 à 86 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du bismuth et de la glaise.

9° Que le temps du refroidissement du bismuth est à celui du refroidissement de la craie, au point de les tenir, :: 14 1/2 : 13 1/2, et :: 40 : 38 pour leur entier refroidissement.

10° Que le temps du refroidissement de la glaise est à celui du refroidissement de la craie, au point de les tenir, :: 17 : 13 1/2 par les expériences présentes, et :: 26 : 21 par les expériences précédentes (art. XLVI). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 43 à 34 1/2 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 44 : 38, et :: 69 : 58 par les expériences précédentes (article XLVI), on aura, en ajoutant ces temps, 113 à 96 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la glaise et de la craie.

LIII. Ayant fait chauffer ensemble les boulets d'émeril, de verre, de pierre calcaire dure et de bois, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Bois, en........	2 1/2	En.............	15
Verre, en.......	9 1/2	En.............	28
Grès, en........	11	En.............	34
Pierre calc. dure, en...........	12	En.............	36
Émeril, en......	15	En.............	47

LIV. La même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Bois, en........	2	En.............	13
Verre, en.......	7 1/2	En.............	21
Grès, en........	8	En.............	24
Pierre dure, en..	8 1/2	En.............	26
Émeril, en......	14	Fn.............	42

Il résulte de ces deux expériences :

1° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement de la pierre dure, au point de les tenir, :: 29 : 20 1/2 par les présentes expériences, et :: 15 1/2 : 12 par les expériences précédentes (art. XLII). Ainsi, en ajoutant ces temps, on aura 44 1/2 à 32 1/2 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 89 : 62, et :: 46 : 32 par les expériences précédentes (art. XLII), on aura, en ajoutant ces temps, 135 à 94 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'émeril et de la pierre dure.

2° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement du grès, au point de les tenir, :: 29 : 19, et :: 86 : 58 pour leur entier refroidissement.

3° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement du verre, au point de les tenir, :: 29 : 17, et :: 89 : 49 pour leur entier refroidissement.

4° Que le temps du refroidissement de

l'émeril est à celui du refroidissement du bois, au point de les tenir, :: 29 : 4 1/2, et :: 89 : 28 pour leur entier refroidissement.

5° Que le temps du refroidissement de la pierre dure est à celui du refroidissement du grès, au point de les tenir, :: 20 1/2 : 19, et :: 62 : 58 pour leur entier refroidissement.

6° Que le temps du refroidissement de la pierre dure est à celui du refroidissement du verre, au point de les tenir, :: 20 1/2 : 17, et :: 62 : 49 pour leur entier refroidissement.

7° Que le temps du refroidissement de la pierre dure est à celui du refroidissement du bois, au point de les tenir, :: 20 1/2 : 4 1/2, et :: 62 : 28 pour leur entier refroidissement.

8° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement du verre, au point de les tenir, :: 19 : 17 par les présentes expériences, et :: 55 : 52 par les expériences précédentes (art. XXXIII). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 74 à 69 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 58 : 49, et :: 170 : 132 par les expériences précédentes (art. XXXIII), on aura, en ajoutant ces temps, 228 à 188 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du grès et du verre.

9° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement du bois, au point de pouvoir les tenir, :: 15 : 4 1/2, et :: 58 : 28 pour leur entier refroidissement.

10° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement du bois, au point de les tenir, :: 17 : 4 1/2, et :: 94 : 28 pour leur entier refroidissement.

LV. Ayant fait chauffer ensemble les boulets d'or, d'étain, d'émeril, de gypse et de craie, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minutes.	
Gypse, en.......	5	En..............	15
Craie, en.......	7 1/2	En..............	21
Étain, en.......	11 1/2	En..............	30
Or, en..........	16	En..............	41
Émeril, en......	20	En..............	49

LVI. La même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minutes.	
Gypse, en.......	4	En..............	13
Grès, en........	6 1/2	En..............	18
Étain, en.......	10	En..............	27
Or, en..........	15	En..............	40
Émeril, en......	18	En..............	46

On peut conclure de ces expériences :

1° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement de l'or, au point de les tenir, :: 38 : 31 par les expériences présentes, et :: 59 1/2 : 52 par les expériences précédentes (article XLII). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 97 1/2 à 83 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 95 : 81, et :: 166 : 155 par les expériences précédentes (art XLII), on aura, en ajoutant ces temps, 231 à 236 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'émeril et de l'or.

2° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement de l'étain, au point de les tenir, :: 38 : 21 1/2, et :: 95 : 57 pour leur entier refroidissement.

3° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement de la craie, au point de les tenir, :: 38 : 14, et :: 95 : 39 pour leur entier refroidissement.

4° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement du gypse, au point de les tenir, :: 38 : 9, et :: 95 : 28 pour leur entier refroidissement.

5° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de l'étain, au point de les tenir, :: 31 : 22 par les présentes expériences, et :: 37 : 21 par les expériences précédentes (art. XI). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 68 à 43 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 81 : 57, et :: 114 : 61 par les expériences précédentes (art. XI), on aura, en ajoutant ces temps, 195 à 118 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'or et de l'étain.

6° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de la craie, au point de les tenir, :: 31 : 14 par les présentes expériences, et :: 21 1/2 : 10 par les expériences précédentes (art. XXXV). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 52 1/2 à 24 pour le rapport plus précis de leur pre-

mier refroidissement ; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 81 : 39, et :: 65 : 26 par les expériences précédentes (art. XXXV), on aura, en ajoutant ces temps, 146 à 65 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'or et de la craie.

7° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement du gypse, au point de pouvoir les tenir, :: 31 : 9 par les présentes expériences, et :: 56 : 17 par les expériences précédentes (article XXXVIII). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 87 à 26 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 81 : 28, et :: 165 : 53 par les expériences précédentes (art XXXVIII), on aura, en ajoutant ces temps, 246 à 81 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'or et du gypse.

8° Que le temps du refroidissement de l'étain est à celui du refroidissement de la craie, au point de les tenir, :: 22 : 14, et :: 57 : 39 pour leur entier refroidissement.

9° Que le temps du refroidissement de l'étain est à celui du refroidissement du gypse, au point de les tenir, :: 22 : 9, et :: 57 : 28 pour leur entier refroidissement.

10° Que le temps du refroidissement de la craie est à celui du refroidissement du gypse, au point de les tenir, :: 14 : 9 par les présentes expériences, et :: 11 : 7 par les expériences précédentes (art. XLVI). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 25 à 16 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 39 : 28, et :: 32 : 29 par les expériences précédentes (article XLVI), on aura, en ajoutant ces temps, 71 à 57 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la craie et du gypse.

LVII. Ayant fait chauffer ensemble les boulets de marbre blanc, de marbre commun, de glaise, d'ocre et de bois, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Bois, en........	2 1/2	En.............	9
Ocre, en........	6 1/2	En.............	19
Glaise, en.......	7 1/2	En.............	21
Marbre commun, en...........	10 1/2	En.............	29
Marbre blanc, en	12	En.............	34

LVIII. La même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Bois, en........	3	En.............	11
Ocre, en........	7	En.............	20
Glaise, en.......	8 1/2	En.............	23
Marbre commun, en...........	12 1/2	En.............	32
Marbre blanc, en	13	En.............	36

On peut conclure de ces deux expériences :

1° Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement du marbre commun, au point de pouvoir les tenir, :: 25 : 22 par les présentes expériences, et :: 39 1/2 : 36 par les expériences précédentes (art. XXVII). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 64 1/2 à 58 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 70 : 61, et :: 115 : 113 par les expériences précédentes (art. XXVII), on aura, en ajoutant ces temps, 185 à 174 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du marble blanc et du marbre commun.

2° Que le temps du refroidissement du marble blanc est à celui du refroidissement de la glaise, au point de pouvoir les tenir, :: 25 : 16, et :: 70 : 44 pour leur entier refroidissement.

3° Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de les tenir, :: 25 : 13 1/2, et :: 70 : 39 pour leur entier refroidissement.

4° Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement du bois, au point de les tenir, :: 25 : 5 1/2, et :: 70 : 20 pour leur entier refroidissement.

5° Que le temps du refroidissement du marbre commun est à celui du refroidissement de la glaise, au point de les tenir, :: 22 : 16, et :: 61 : 44 pour leur entier refroidissement.

6° Que le temps du refroidissement du marbre commun est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de les tenir, :: 22 : 13 1/2, et :: 61 : 39 pour leur entier refroidissement.

7° Que le temps du refroidissement du marbre commun est à celui du refroidissement du bois, au point de les tenir, :: 22 : 5 1/2, et :: 61 : 20 pour leur entier refroidissement.

8° Que le temps du refroidissement de la glaise est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de les tenir :: 16 : 13 1/2, par les précédentes expériences, et :: 12 1/2 : 11 1/2 par les expériences précédentes (art. XXXV). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 28 1/2 à 25 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 44 : 39, et :: 33 : 29 par les expériences précédentes (art. XXXV), on aura, en ajoutant ces temps, 77 à 68 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la glaise et de l'ocre.

9° Que le temps du refroidissement de la glaise est à celui du refroidissement du bois, au point de les tenir, :: 16 : 5 1/2, et :: 44 : 20 pour leur entier refroidissement.

10° Que le temps du refroidissement de l'ocre est à celui du refroidissement du bois, au point de les tenir, :: 13 1/2 : 5 1/2, et :: 39 : 20 pour leur entier refroidissement.

LIX. Ayant mis chauffer ensemble les boulets d'argent, de verre, de glaise, d'ocre et de craie, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minutes.
Craie, en.......	5 1/2	En............. 15
Ocre, en........	6	En............. 18
Glaise, en......	8	En............. 22
Verre, en.......	6 1/2	En............. 29
Argent, en......	12 1/2	En............. 33

LX. La même expérience répétée, les boulets chauffés plus long-temps se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minutes.
Craie, en.......	7	En............. 22
Ocre, en........	8 1/2	En............. 25
Glaise, en......	9 1/2	En............. 29
Verre, en.......	12 1/2	En............. 38
Argent, en......	16 1/2	En............. 41

On peut conclure de ces deux expériences :

1° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement du verre, au point de les tenir, :: 29 : 22 par les présentes expériences, et :: 36 : 25 par les expériences précédentes (article XXXIII.). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 65 à 47 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 76 : 67, et :: 103 : 62 par les expériences précédentes (art. XXXIII), on aura, en ajoutant ces temps, 179 à 129 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'argent et du verre.

2° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement de la glaise, au point de pouvoir les tenir, :: 29 : 17 1/2, et :: 76 : 51 pour leur entier refroidissement.

3° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de les tenir, :: 29 : 14 1/2, et :: 76 : 43 pour leur entier refroidissement.

4° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement de la craie, au point de pouvoir les tenir, :: 29 : 12 1/2, et :: 76 : 38 pour leur entier refroidissement.

5° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement de la glaise, au point de pouvoir les tenir, :: 22 : 17 1/2 par les expériences présentes, et :: 16 1/2 : 13 1/2 par les expériences précédentes (article XLVI). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 38 1/2 à 31 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 67 : 51, et :: 46 : 36 par les expériences précédentes (art. XLVI), on aura, en ajoutant ces temps, 113 à 87 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du verre et de la glaise.

6° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de pouvoir les tenir, :: 22 : 14 1/2 par les présentes expériences, et :: 16 1/2 : 11 par les expériences précédentes (art. XLVI). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 38 1/2 à 25 1/2 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 67 : 43, et :: 46 : 32 par les expériences précédentes (art. XLVI), on aura, en ajoutant ces temps, 113 à 75 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du verre et de l'ocre.

7° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement de la craie, au point de pouvoir les tenir, :: 22 : 12 1/2 par les présentes expériences, et :: 16 1/2 : 11 par les expériences précédentes (art. XLVI). Ainsi on aura, en ajou-

tant ces temps, 38 1/2 à 23 1/2 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 67 : 38, et : 46 : 32 par les expériences précédentes (art. XLVI), on aura, en ajoutant ces temps, 113 à 70 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du verre et de la craie.

8° Que le temps du refroidissement de la glaise est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de les tenir, :: 17 1/2 : 14 1/2 par les présentes expériences, et :: 26 : 22 1/2 par les expériences précédentes (art. XLVI). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 43 1/2 à 37 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 51 : 43, et :: 69 : 63 par les expériences précédentes (art. XLVI), on aura, en ajoutant ces temps, 120 à 106 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la glaise et de l'ocre.

9° Que le temps du refroidissement de la glaise est à celui du refroidissement de la craie, au point de pouvoir les tenir, :: 17 1/2 : 12 1/2 par les présentes expériences, et :: 26 : 21 par les expériences précédentes (art. XLVI). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 43 1/2 à 33 1/2 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 51 : 38, et :: 69 : 58 par les expériences précédentes (art. XLVI), on aura, en ajoutant ces temps, 120 à 96 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la glaise et de la craie.

10° Que le temps du refroidissement de l'ocre est à celui du refroidissement de la craie, au point de pouvoir les tenir, :: 14 1/2 : 12 1/2 par les présentes expériences, et :: 11 1/2 : 10 par les expériences précédentes (art. XXXV). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 26 à 22 1/2 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 42 : 38, et :: 29 : 26 par les précédentes expériences (art. XXXV), on aura, en ajoutant ces temps, 72 à 64 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'ocre et de la craie.

LXI. Ayant mis chauffer ensemble, à un grand degré de chaleur, les boulets de zinc, de bismuth, de marbre blanc, de grès, et de gypse, le bismuth s'est fondu tout-à-coup, et il n'est resté que les quatre autres, qui se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minutes.	
Gypse, en......	11	En.............	28
Grès, en........	16	En.............	42
Marbre blanc, en.	19	En.............	50
Zinc, en........	23	En.............	57

LXII. La même expérience répétée avec les quatre boulets ci-dessus et un boulet de plomb à un feu moins ardent, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minutes.	
Gypse, en.......	4 1/2	En..............	16
Plomb, en......	9 1/2	En..............	28
Grès, en........	10	En..............	32
Marbre blanc, en	12 1/2	En..............	36
Zinc, en........	15	En..............	43

On peut conclure de ces deux expériences :

1° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du marbre blanc, au point de pouvoir les tenir, :: 38 : 31 1/2 par les présentes expériences, et :: 21 : 17 1/2 par les expériences précédentes (art. XLVIII). Ainsi, en ajoutant ces temps, on aura 59 à 49 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 100 : 86, et :: 65 : 53 par les expériences précédentes (art. XLVIII), on aura, en ajoutant ces temps, 165 à 139 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc et du marbre blanc.

2° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du grès, au point de les tenir, :: 38 : 26 par les présentes expériences, et :: 21 : 115 par les expériences précédentes (art. XLVIII). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 59 à 141 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 100 : 74, et :: 65 : 47 par les expériences précédentes (art. XLVIII), on aura, en ajoutant ces temps, 165 à 121 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc et du grès.

3° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir, :: 15 : 9 1/2 par la présente expérience, et :: 73 : 43 3/4 par

les expériences précédentes (art. XVII). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 88 à 53 1/4 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; et pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 43 : 20, et :: 220 : 189 par les expériences précédentes (art. XVII), on aura, en ajoutant ces temps, 263 à 209 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc et du plomb.

4° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du gypse, au point de les tenir, :: 38 : 15 1/2, et :: 100 : 44 pour leur entier refroidissement.

5° Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement du grès, au point de les tenir, :: 31 1/2 : 26 par les présentes expériences, et :: 38 1/2 : 32 par les expériences précédentes (art. XLVIII). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 70 à 58 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 86 : 74, et :: 112 : 104 par les expériences précédentes (art. XLVIII), on aura, en ajoutant ces temps, 198 à 178 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du marbre blanc et du grès.

6° Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement du plomb, au point de les tenir, :: 12 1/2 : 9 1/2, et :: 36 : 20 pour leur entier refroidissement.

7° Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement du gypse, au point de pouvoir les tenir, :: 31 : 15 1/2, et :: 86 : 44 pour leur entier refroidissement.

8° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir, :: 10 : 9 1/2 par la présente expérience, et :: 59 : 51 1/2 par les expériences précédentes (art. XLIV). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 69 1/2 à 61 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 32 : 20, et :: 187 : 178 par les expériences précédentes (article XLIV), on aura, en ajoutant ces temps, 219 à 198 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du grès et du plomb.

9° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement du gypse, au point de pouvoir les tenir, :: 26 : 15 1/2 par les présentes expériences, et :: 55 : 21 1/2 par les expériences précédentes (article XXXIII). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 81 à 37 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 74 : 44, et :: 170 : 78 par les expériences précédentes (art. XXXIII), on aura, en ajoutant ces temps, 244 à 122 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du grès et du gypse.

10° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement du gypse, au point de les tenir, :: 9 1/2 : 4 1/2, et :: 28 : 16 pour leur entier refroidissement.

LXIII. Ayant fait chauffer ensemble les boulets de cuivre, d'antimoine, de marbre commun, de pierre calcaire tendre, et de craie, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minutes.
Craie, en......	6 1/2	En............ 20
Antimoine, en...	7 1/2	En............ 26
Pierre tendre, en	7 1/2	En............ 26
Marbre commun, en..........	11 1/2	En............ 31
Cuivre, en.....	16	En............ 46

LXIV. La même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minutes.
Craie, en......	5 1/2	En............ 18
Antimoine, en..	6	En............ 24
Pierre tendre, en	8	En............ 23
Marbre commun, en..........	10	En............ 29
Cuivre, en.....	13 1/2	En............ 38

On peut conclure de ces deux expériences:

1° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement du marbre commun, au point de pouvoir les tenir, :: 29 1/2 : 21 1/2 par les présentes expériences, et :: 45 : 35 1/2 par les expériences précédentes (art. V). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 74 1/2 à 57 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 87 : 60, et :: 125 : 111 par les expériences précédentes (art. V), on aura, en ajoutant ces temps, 212 à 171 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du cuivre et du marbre commun.

2° Que le temps du refroidissement du

cuivre est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point de pouvoir les tenir, :: 29 1/2 : 15 1/2, et :: 87 : 49 pour leur entier refroidissement.

3° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les tenir, :: 29 1/2 : 13 1/2 par les présentes expériences, et, :: 28 : 16 par les expériences précédentes (art. XLI). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 57 1/2 à 29 1/2 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les expériences présentes étant :: 87 : 50, et :: 80 : 47 par les expériences précédentes (art. XLI), on aura, en ajoutant ces temps, 167 à 97 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du cuivre et de l'antimoine.

4° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement de la craie, au point de pouvoir les tenir, :: 29 1/2 : 12, et :: 87 : 38 pour leur premier refroidissement.

5° Que le temps du refroidissement du marbre commun est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point de pouvoir les tenir, :: 21 1/2 : 14 par les expériences présentes, et :: 29 : 23 par les expériences précédentes (art. XXX). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 50 1/2 à 37 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 60 : 49, et :: 87 : 68 par les expériences précédentes (art. XXX), on aura, en ajoutant ces temps, 147 à 137 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du marbre commun et de la pierre tendre.

6° Que le temps du refroidissement du marbre commun est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les tenir, :: 21 1/2 : 13 1/2, et :: 60 : 5c pour leur entier refroidissement.

7° Que le temps du refroidissement du marbre commun est à celui du refroidissement de la craie, au point de pouvoir les tenir, :: 21 1/2 : 12, et :: 60 : 38 pour leur entier refroidissement.

8° Que le temps du refroidissement de la pierre tendre est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir, :: 14 : 3 1/2, et :: 49 : 50 pour leur entier refroidissement.

9° Que le temps du refroidissement de la pierre tendre est à celui du refroidissement de la craie, au point de pouvoir les tenir, :: 14 : 12, et :: 49 : 38 pour leur entier refroidissement.

10°. Que le temps du refroidissement de l'antimoine est à celui du refroidissement de la craie, au point de pouvoir les tenir, :: 13 1/2 : 12, et :: 50 : 38 pour leur entier refroidissement.

LXV. Ayant fait chauffer ensemble les boulets de plomb, d'étain, de verre, de pierre calcaire dure, d'ocre et de glaise, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

	Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Ocre, en.	5	En.	16
Glaise, en.	7 1/2	En.	20
Étain, en.	8 1/2	En.	21
Plomb en.	9 1/2	En.	23
Verre, en.	10	En.	27
Pierre dure, en. .	10 1/2	En.	29

Il résulte de cette expérience :

1° Que le temps du refroidissement de la pierre dure est à celui du refroidissement du verre, au point de les tenir, :: 10 1/2 : 10 par la présente expérience, et :: 20 1/2 : 17 par les expériences précédentes (article LIV). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 31 à 27 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant :: 29 : 27, et :: 62 : 49 par les expériences précédentes (art. LIV), on aura, en ajoutant ces temps, 91 à 76 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la pierre dure et du verre.

2° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir, :: 10 : 9 1/2 par la présente expérience, et :: 12 : 11 par les expériences précédentes (art. XXXIX). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 22 à 20 1/2 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 27 : 23, et :: 35 : 30 par les expériences précédentes (art. XXXIX), on aura, en ajoutant ces temps, 62 à 53 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du verre et du plomb.

3° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement de l'étain, au point de pouvoir les tenir, :: 10 : 8 1/2 par la présente expérience, et :: 46 : 42 1/2 par les expériences précédentes (article XXXIX). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 56 à 51 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les

expériences présentes étant :: 27 : 21, et par les expériences précédentes (art. XXXIX) :: 132 : 117, on aura, en ajoutant ces temps, 159 à 138 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du verre et de l'étain.

4° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement de la glaise, au point de pouvoir les tenir, :: 10 : 7 1/2 par la présente expérience, et :: 38 1/2 : 31 par les expériences précédentes (article LX). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 48 1/2 à 38 1/2 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant :: 27 : 20, et :: 113 : 87 par les expériences précédentes (art. LX), on aura, en ajoutant ces temps, 140 à 107 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du verre et de la glaise.

5° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de pouvoir les tenir, :: 10 : 5 par les présentes expériences, et :: 38 1/2 : 25 1/2 par les expériences précédentes (art. LX.). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 48 1/2 à 30 1/2 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant :: 27 : 16, et par les expériences précédentes (art. LX) :: 113 : 75, on aura, en ajoutant ces temps, 140 à 91 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du verre et de l'ocre.

6° Que le temps du refroidissement de la pierre dure est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir, :: 10 1/2 : 9 1/2, et :: 29 : 23 pour leur entier refroidissement.

7° Que le temps du refroidissement de la pierre dure est à celui du refroidissement de l'étain, au point de les tenir, :: 10 1/2 : 8 1/2, et :: 29 : 21 pour leur entier refroidissement.

8° Que le temps du refroidissement de la pierre dure est à celui du refroidissement de la glaise, au point de les tenir, :: 10 1/2 : 7 1/2, et :: 29 : 20 pour leur entier refroidissement.

9° Que le temps du refroidissement de la pierre dure est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de les tenir, :: 10 1/2 : 5, et :: 29 : 16 pour leur entier refroidissement.

10° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement de l'étain, au point de les tenir, :: 9 1/2 : 8 1/2 par la présente expérience, et :: 36 1/2 : 31 1/2 par les expériences précédentes (art. XXXIX). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 46 à 40 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant :: 23 : 21, et :: 109 : 89 par les expériences précédentes (art. XXXIX), on aura, en ajoutant ces temps, 132 à 110 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du plomb et de l'étain.

11° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement de la glaise, au point de pouvoir les tenir, :: 9 1/2 : 7 1/2 par la présente expérience, et :: 7 : 5 1/2 par les expériences précédentes (art. XXXV). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 16 1/2 à 13 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant :: 23 : 20, et :: 18 : 15 par les expériences précédentes (art. XXXV), on aura, en ajoutant ces temps, 41 à 35 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du plomb et de la glaise.

12° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de pouvoir les tenir, :: 9 1/2 : 5 par la présente expérience, et :: 7 : 5 par les expériences précédentes (article XXXV). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 16 1/2 à 10 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant :: 23 : 16, et :: 18 : 13 par les expériences précédentes (art. XXXV), on aura, en ajoutant ces temps, 41 à 29 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du plomb et de l'ocre.

13° Que le temps du refroidissement de l'étain est à celui du refroidissement de la glaise, au point de les tenir, :: 8 1/2 : 7 1/2, et :: 21 : 20 pour leur entier refroidissement.

14° Que le temps du refroidissement de l'étain est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de les tenir, :: 8 1/2 : 5, et :: 21 : 16 pour leur entier refroidissement.

15° Que le temps du refroidissement de la glaise est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de pouvoir les tenir, :: 7 1/2 : 5 par la présente expérience, et :: 43 1/2 : 37 par les expériences précédentes (ar-

ticle LX). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 51 à 42 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant :: 20 : 16, et :: 120 : 104 par les expériences précédentes (article LX), on aura, en ajoutant ces temps, 140 à 120 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la glaise et de l'ocre.

LXVI. Ayant fait chauffer ensemble les boulets de zinc, d'antimoine, de pierre calcaire tendre, de craie, et de gypse, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minutes.	
Gypse, en.....	3 1/2	En............	11
Craie, en......	5	En............	16
Antimoine, en..	6	En............	22
Pierre tendre, en.	7 1/2	En............	23
Zinc, en.......	14 1/2	En............	29

LXVII. La même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minutes.	
Gypse, en......	3 1/2	En............	12
Craie, en......	4 1/2	En............	14
Antimoine, en..	6	En............	20
Pierre tendre, en	8	En............	21
Zinc, en.......	13 1/2	En............	28

On peut conclure de ces deux expériences :

1° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point de pouvoir les tenir, :: 28 : 15 1/2, et :: 57 : 44 pour leur entier refroidissement.

2° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir, :: 28 : 12 par les présentes expériences, et :: 94 : 52 par les expériences précédentes (art. XLVIII). Ainsi, en ajoutant ces temps, on aura 122 à 64 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 57 : 42, et :: 285 : 184 par les expériences précédentes (article XLVIII), on aura, en ajoutant ces temps, 342 à 226 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc et de l'antimoine.

3° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement de la craie, au point de pouvoir les tenir, :: 28 : 9 1/2 par les présentes expériences, et :: 31 : 12 1/2 par les expériences précédentes (art. LII). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 59 à 22 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les expériences présentes étant :: 57 : 30, et :: 59 : 38 par les expériences précédentes (art. LII), on aura, en ajoutant ces temps, 116 à 68 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc et de la craie.

4° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du gypse, au point de pouvoir les tenir, :: 28 : 7 par les présentes expériences, et :: 38 : 15 1/2 par les expériences précédentes (art. LXII). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 66 à 22 1/2 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 57 : 23, et :: 100 : 44 par les expériences précédentes (art. LXII), on aura, en ajoutant ces temps, 157 à 67 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc et du gypse.

5° Que le temps du refroidissement de l'antimoine est à celui du refroidissement de la pierre calcaire tendre, au point de les tenir, :: 12 : 15 1/2, et :: 42 : 44 pour leur entier refroidissement.

6° Que le temps du refroidissement de l'antimoine est à celui du refroidissement de la craie, au point de pouvoir les tenir, :: 12 : 9 1/2 par les présentes expériences, et :: 13 1/2 : 12 par les expériences précédentes (art. LXIV). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 25 1/2 à 21 1/2 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 42 : 30, et :: 50 : 38 par les expériences précédentes (art. LXIV), on aura, en ajoutant ces temps, 92 à 68 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'antimoine et de la craie.

7° Que le temps du refroidissement de l'antimoine est à celui du refroidissement du gypse, au point de pouvoir les tenir, :: 12 : 7, et :: 42 : 23 pour leur entier refroidissement.

8° Que le temps du refroidissement de la pierre tendre est à celui du refroidissement de la craie, au point de pouvoir les tenir, :: 15 1/2 : 9 1/2 par les présentes expériences, et :: 14 : 12 par les expériences précédentes (art. LXIV). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 29 1/2 à 21 1/2 pour le rapport plus précis de leur premier refroi-

dissement; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 44 : 30, et :: 49 : 38 par les expériences précédentes (art. LXIV), on aura, en ajoutant ces temps, 93 à 68 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la pierre tendre et de la craie.

9° Que le temps du refroidissement de la pierre calcaire tendre est à celui du refroidissement du gypse, au point de les tenir, :: 15 1/2 : 7 par les présentes expériences, et :: 12 : 4 1/2 par les expériences précédentes (art. XXXVIII). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 27 1/2 à 11 1/2 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les expériences présentes étant :: 44 : 23, et :: 27 : 14 par les expériences précédentes (art. XXXVIII), on aura, en ajoutant ces temps, 71 à 37 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la pierre tendre et du gypse.

10° Que le temps du refroidissement de la craie est à celui du refroidissement du gypse, au point de les tenir, :: 9 1/2 : 7 par les présentes expériences, et :: 25 : 16 par les expériences précédentes (art. LVI). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 34 1/2 à 23 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 30 : 23, et :: 71 : 57 par les expériences précédentes (article LVI), on aura, en ajoutant ces temps, 101 à 80 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la craie et du gypse.

Je borne ici cette suite d'expériences assez longues à faire et fort ennuyeuses à lire; j'ai cru devoir les donner telles que je les ai faites à plusieurs reprises dans l'espace de six ans: si je m'étois contenté d'en additionner les résultats, j'aurois, à la vérité, fort abrégé ce mémoire, mais on n'auroit pas été en état de les répéter; et c'est cette considération qui m'a fait préférer de donner l'énumération et le détail des expériences mêmes, au lieu d'une table abrégée que j'aurois pu faire de leurs résultats accumulés. Je vais néanmoins donner, par forme de récapitulation, la table générale de ces rapports, tous comparés à 10000, afin que, d'un coup d'œil, on puisse en saisir les différences.

TABLE

DES RAPPORTS DU REFROIDISSEMENT DES DIFFÉRENTES SUBSTANCES MINÉRALES.

FER.

		Premier refroidissement.	Entier refroidissement.
Fer et	Émeril	10000 à 9117	9020
	Cuivre	10000 à 8512	8702
	Or	10000 à 8160	8148
	Zinc	10000 à 7654	6020
			6804
	Argent	10000 à 7619	7423
	Marbre blanc	10000 à 6774	6704
	Marbre commun	10000 à 6636	6746
	Pierre calc. dure	10000 à 6616	6274
	Grès	10000 à 5796	6926
	Verre	10000 à 5576	5805
	Plomb	10000 à 5143	6482
	Étain	10000 à 4898	4921
	Pierre calc. tendre	10000 à 4194	4659
	Glaise	10000 à 4198	4490
	Bismuth	10000 à 3580	4081
	Craie	10000 à 3086	3878
	Gypse	10000 à 2325	2817
	Bois	10000 à 1860	1549
	Pierre ponce	10000 à 1627	1268

ÉMERIL.

		Premier refroidissement.	Entier refroidissement.
Émeril et	Cuivre	10000 à 8519	8148
	Or	10000 à 8513	8560
	Zinc	10000 à 8390	7692
			7458
	Argent	10000 à 7778	7895
	Pierre calc. dure	10000 à 7304	6963
	Grès	10000 à 6552	6517
	Verre	10000 à 5862	5506
	Plomb	10000 à 5718	6643
	Étain	10000 à 5658	6000
	Glaise	10000 à 5185	5185
	Bismuth	10000 à 4949	6060
	Antimoine	10000 à 4540	5827
	Ocre	10000 à 4259	3827
	Craie	10000 à 3684	4105
	Gypse	10000 à 2368	2947
	Bois	10000 à 1552	3146

CUIVRE.

		Premier refroidissement.	Entier refroidissement.
Cuivre et	Or	10000 à 9136	9194
	Zinc	10000 à 8571	9250 7619
	Argent	10000 à 8395	7823
	Marbre commun	10000 à 7638	8019
	Grès	10000 à 7333	8160
	Verre	10000 à 6667	6567
	Plomb	10000 à 6179	7367
	Étain	10000 à 5746	6916
	Pierre calc. tendre	10000 à 5168	5633
	Glaise	10000 à 5652	6363
	Bismuth	10000 à 5686	5959
	Antimoine	10000 à 5130	5808
	Ocre	10000 à 5000	4697
	Craie	10000 à 4068	4368

OR.

Or et	Zinc	10000 à 9474	9304 8422
	Argent	10000 à 8936	8686
	Marbre blanc	10000 à 8101	7863
	Marbre commun	10000 à 7342	7435
	Pierre calc. dure	10000 à 7383	7516
	Grès	10000 à 7368	7627
	Verre	10000 à 7103	5932
	Plomb	10000 à 6526	7500
	Étain	10000 à 6324	6051
	Pierre calc. tendre	10000 à 6087	5811
	Glaise	10000 à 5814	5077
	Bismuth	10000 à 5658	7043
	Porcelaine	10000 à 5526	5593
	Antimoine	10000 à 6395	6348
	Ocre	10000 à 5349	4462
	Craie	10000 à 4571	4452
	Gypse	10000 à 2989	3293

ZINC.

Zinc et	Argent	10000 à 8904	8990 10015
	Marbre blanc	10000 à 8305	8424 7194
	Grès	10000 à 6949	7333 5838
	Plomb	10000 à 6051	7947 4940
	Étain	10000 à 6777	6240 5666
	Pierre calc. tendre	10000 à 5536	7719 4425
	Glaise	10000 à 5484	7458 4373
	Bismuth	10000 à 5343	7547 4232

ZINC.

		Premier refroidissement.	Entier refroidissement.
Zinc et	Antimoine	10000 à 5246	6608 4135
	Craie	10000 à 3729	5862 2618
	Gypse	10000 à 3409	4268 2298

ARGENT.

Argent et	Marbre blanc	10000 à 8681	9200
	Marbre commun	10000 à 7912	9040
	Pierre calc. dure	10000 à 7436	8580
	Grès	10000 à 7361	7767
	Verre	10000 à 7230	7212
	Plomb	10000 à 7154	9184
	Étain	10000 à 6176	6289
	Pierre calc. tendre	10000 à 6178	6287
	Glaise	10000 à 6034	6710
	Bismuth	10000 à 6308	8877
	Porcelaine	10000 à 5556	5242
	Antimoine	10000 à 5692	7653
	Ocre	10000 à 5000	5658
	Craie	10000 à 4310	5000
	Gypse	10000 à 2879	3366
	Bois	10000 à 2353	1864
	Pierre ponce	10000 à 2059	1525

MARBRE BLANC.

Marbre blanc et	Marbre commun	10000 à 8992	9405
	Pierre dure	10000 à 8594	9130
	Grès	10000 à 8286	8990
	Plomb	10000 à 7604	5555
	Étain	10000 à 7143	6792
	Pierre calc. tendre	10000 à 6792	7218
	Glaise	10000 à 6400	6286
	Antimoine	10000 à 6286	6792
	Ocre	10000 à 5400	5571
	Gypse	10000 à 4920	5116
	Bois	10000 à 2200	2857

MARBRE COMMUN.

Marbre commun et	Pierre dure	10000 à 9483	9655
	Grès	10000 à 8767	9273
	Plomb	10000 à 7671	8590
	Étain	10000 à 7424	6666
	Pierre tendre	10000 à 7327	7959
	Glaise	10000 à 7272	7213
	Antimoine	10000 à 6279	8333
	Ocre	10000 à 6130	6393
	Craie	10000 à 5581	6333
	Bois	10000 à 2500	3279

PIERRE CALCAIRE DURE.

		Premier refroidissement. — Entier refroidissement.
Pierre dure et	Grès	10000 à 9268—9355
	Verre	10000 à 8710—8352
	Plomb	10000 à 8571—7931
	Étain	10000 à 8005—7931
	Pierre tendre	10000 à 8000—8095
	Glaise	10000 à 6190—9897
	Ocre	10000 à 4762—5517
	Bois	10000 à 2195—4516

GRÈS.

Grès et	Verre	10000 à 9324—7939
	Plomb	10000 à 8561—8950
	Étain	10000 à 7667—7633
	Pierre tendre	10000 à 7647—7193
	Porcelaine	10000 à 7364—7059
	Antimoine	10000 à 7333—6170
	Gypse	10000 à 4568—5000
	Bois	10000 à 2368—4828

VERRE.

Verre et	Plomb	10000 à 9318—8548
	Étain	10000 à 9107—8679
	Glaise	10000 à 7938—7643
	Porcelaine	10000 à 7692—8863
	Ocre	10000 à 6289—6500
	Craie	10000 à 6104—6195
	Gypse	10000 à 4160—6011
	Bois	10000 à 2647—5514

PLOMB.

Plomb et	Étain	10000 à 8695—8333
	Pierre tendre	10000 à 8437—7192
	Glaise	10000 à 7878—8536
	Bismuth	10000 à 8698—8750
	Antimoine	10000 à 8241—8201
	Ocre	10000 à 6060—7073
	Craie	10000 à 5714—6111
	Gypse	10000 à 4736—5714

ÉTAIN.

Étain et	Glaise	10000 à 8823—9524
	Bismuth	10000 à 8888—9400
	Antimoine	10000 à 8710—9156
	Ocre	10000 à 5882—7619
	Craie	10000 à 6364—6842
	Gypse	10000 à 4090—4912

PIERRE CALCAIRE TENDRE.

P. t. et	Antimoine	10000 à 7742—9545
	Craie	10000 à 7288—7312
	Gypse	10000 à 4182—5211

GLAISE.

		Premier refroidissement. — Entier refroidissement.
Glaise et	Bismuth	10000 à 8870—9419
	Ocre	10000 à 8400—8571
	Craie	10000 à 7701—8000
	Gypse	10000 à 5185—8055
	Bois	10000 à 3427—4545

BISMUTH.

Bism. et	Antimoine	10000 à 9349—9572
	Ocre	10000 à 8846—7380
	Craie	10000 à 8620—9500

PORCELAINE.

Porcelaine et gypse... 10000 à 5308—6500

ANTIMOINE.

A. et	Craie	10000 à 8431—7391
	Gypse	10000 à 5833—5476

OCRE.

Ocre et	Craie	10000 à 8654—8889
	Gypse	10000 à 6364—9062
	Bois	10000 à 4074—5128

CRAIE.

Craie et gypse....... 10000 à 6667—7920

GYPSE.

G. et	Bois	10000 à 8000—5250
	Pierre ponce	10000 à 7000—4500

BOIS.

Bois et pierre ponce.. 10000 à 8750—8182

Quelque attention que j'aie donnée à mes expériences, quelque soin que j'aie pris pour en rendre les rapports plus exacts, j'avoue qu'il y a encore quelques imperfections dans cette table qui les contient tous; mais ces défauts sont légers et n'influent pas beaucoup sur les résultats généraux : par exemple, on s'apercevra aisément que le rapport du zinc au plomb étant de 10000 à 6051, celui du zinc à l'étain devroit être moindre de 6000, tandis qu'il se trouve dans la table de 6777. Il en est de même de celui de l'argent au bismuth, qui devroit être moindre que 6308, et encore de celui du plomb à la glaise, qui devroit être de

plus de 8000, et qui ne se trouve être dans la table que de 7878 ; mais cela provient de ce que les boulets de plomb et de bismuth n'ont pas toujours été les mêmes : ils se sont fondus aussi bien que ceux d'étain et d'antimoine; ce qui n'a pu manquer de produire des variations, dont les plus grandes sont les trois que je viens de remarquer. Il ne m'a pas été possible de faire mieux : les différens boulets de plomb, d'étain, de bismuth et d'antimoine, dont je me suis successivement servi, étoient faits, à la vérité, sur le même calibre; mais la matière de chacun pouvoit être un peu différente, selon la quantité d'alliage du plomb et de l'étain; car je n'ai eu de l'étain pur que pour les deux premiers boulets : d'ailleurs, il reste assez souvent une petite cavité dans ces boulets fondus, et ces petites causes suffisent pour produire les petites différences qu'on pourra remarquer dans ma table.

Il en est de même de l'étain à l'ocre, qui devroit être de plus de 6000, et qui ne se trouve dans la table que de 5882, parce que l'ocre étant une matière friable qui diminue par le frottement, j'ai été obligé de changer trois ou quatre fois les boulets d'ocre. J'avoue qu'en donnant à ces expériences le double du très-long temps que j'y ai employé, j'aurois pu parvenir à un plus grand degré de précision; mais je me flatte qu'il y en a suffisamment pour qu'on soit convaincu de la vérité des résultats que l'on peut en tirer. Il n'y a guère que les personnes accoutumées à faire des expériences, qui sachent combien il est difficile de constater un seul fait de la nature par tous les moyens que l'art peut nous fournir : il faut joindre la patience au génie, et cela souvent ne suffit pas encore; il faut quelquefois renoncer, malgré soi, au degré de précision que l'on désireroit, parce que cette précision en exigeroit une tout aussi grande dans toutes les mains dont on se sert, et demanderoit en même temps une parfaite égalité dans toutes les matières que l'on emploie : aussi tout ce que l'on peut faire en physique expérimentale ne peut pas nous donner des résultats rigoureusement exacts, et ne peut aboutir qu'à des approximations plus ou moins grandes; et quand l'ordre général de ces approximations ne se dément que par de légères variations, on doit être satisfait.

Au reste, pour tirer de ces nombreuses expériences tout le fruit que l'on doit en attendre, il faut diviser les matières qui en font l'objet en quatre classes ou genres différens : 1° les métaux; 2° les demi-métaux et minéraux métalliques; 3° les substances vitrées et vitrescibles; 4° les substances calcaires et calcinables; comparer ensuite les matières de chaque genre entre elles, pour tâcher de reconnoître la cause ou les causes de l'ordre que suit le progrès de la chaleur dans chacune; et enfin comparer les genres mêmes entre eux, pour essayer d'en déduire quelques résultats généraux.

I. L'ordre des six métaux, suivant leur densité, est : étain, fer, cuivre, argent, plomb, or; tandis que l'ordre dans lequel ces métaux reçoivent et perdent la chaleur est : étain, plomb, argent, or, cuivre, fer, dans lequel il n'y a que l'étain qui conserve sa place.

Le progrès et la durée de la chaleur dans les métaux ne suit donc pas l'ordre de leur densité, si ce n'est pour l'étain, qui, étant le moins dense de tous, est en même temps celui qui perd le plus tôt sa chaleur : mais l'ordre des cinq autres métaux nous démontre que c'est dans le rapport de leur fusibilité que tous reçoivent et perdent la chaleur; car le fer est plus difficile à fondre que le cuivre, le cuivre l'est plus que l'or, l'or plus que l'argent, l'argent plus que le plomb, et le plomb plus que l'étain : on doit donc en conclure que ce n'est qu'un hasard si la densité et la fusibilité de l'étain se trouvent ici réunies pour le placer au dernier rang.

Cependant ce seroit trop s'avancer que de prétendre qu'on doit tout attribuer à la fusibilité, et rien du tout à la densité; la nature ne se dépouille jamais d'une de ses propriétés en faveur d'une autre, d'une manière absolue, c'est-à-dire de façon que la première n'influe en rien sur la seconde : ainsi la densité peut bien entrer pour quelque chose dans le progrès de la chaleur; mais au moins nous pouvons prononcer affirmativement que, dans les six métaux, elle n'y fait que très-peu, au lieu que la fusibilité y fait presque le tout.

Cette première vérité n'étoit connue ni des chimistes ni des physiciens : on n'auroit pas même imaginé que l'or, qui est plus de deux fois et demie plus dense que le fer, perd néanmoins sa chaleur un demi-tiers plus vite. Il en est de même du plomb, de l'argent et du cuivre, qui tous sont plus denses que le fer, et qui, comme l'or, s'échauffent et se refroidissent plus promptement; car, quoiqu'il ne soit question que du refroidissement dans ce second mémoire, les expériences du mémoire qui précède celui-

ci, démontrent, à n'en pouvoir douter, qu'il en est de l'entrée de la chaleur dans les corps comme de sa sortie, et que ceux qui la reçoivent le plus vite sont en même temps ceux qui la perdent le plus tôt.

Si l'on réfléchit sur les principes réels de la densité et sur la cause de la fusibilité, on sentira que la densité dépend absolument de la quantité de matière que la nature place dans un espace donné; que plus elle peut y en faire entrer, plus il y a de densité, et que l'or est, à cet égard, la substance qui, de toutes, contient le plus de matière relativement à son volume. C'est pour cette raison que l'on avoit cru jusqu'ici qu'il falloit plus de temps pour échauffer ou refroidir l'or que les autres métaux. Il est en effet assez naturel de penser que, contenant sous le même volume le double ou le triple de matière, il faudroit le double ou le triple du temps pour la pénétrer de chaleur; et cela seroit vrai si, dans toutes les substances, les parties constituantes étoient de la même figure, et en conséquence toutes arrangées de même. Mais, dans les unes, comme dans les plus denses, les molécules de la matière sont probablement de figure assez régulière pour ne pas laisser entre elles de très-grands espaces vides; dans d'autres moins denses, leurs figures plus irrégulières laissent des vides plus nombreux et plus grands; et dans les plus légères, les molécules étant en petit nombre, et probablement de figure très-irrégulière, il se trouve mille et mille fois plus de vide que de plein : car on peut démontrer par d'autres expériences, que le volume de la substance même la plus dense contient encore beaucoup plus d'espace vide que de matière pleine.

Or, la principale cause de la fusibilité est la facilité que les particules de la chaleur trouvent à séparer les unes des autres ces molécules de la matière pleine : que la somme des vides en soit plus ou moins grande, ce qui fait la densité ou la légèreté, cela est indifférent à la séparation des molécules qui constituent le plein, et la plus ou moins grande fusibilité dépend en entier de la force de cohérence qui tient unies ces parties massives, et s'oppose plus ou moins à leur séparation. La dilatation du volume total est le premier degré de l'action de la chaleur; et, dans les différens métaux, elle se fait dans le même ordre que la fusion de la masse, qui s'opère par un plus grand degré de chaleur ou de feu. L'étain qui, de tous, se fond le plus promptement, est aussi celui qui se dilate le plus vite; et le fer, qui est de tous le plus difficile à fondre, est de même celui dont la dilatation est la plus lente.

D'après ces notions générales, qui paroissent claires, précises et fondées sur des expériences que rien ne peut démentir, on seroit porté à croire que la ductilité doit suivre l'ordre de la fusibilité, parce que la plus ou moins grande ductilité semble dépendre de la plus ou moins grande adhésion des parties dans chaque métal; cependant cet ordre de la ductilité des métaux paroît avoir autant de rapport à l'ordre de la densité qu'à celui de leur fusibilité. Je dirois volontiers qu'il est en raison composée des deux autres, mais ce n'est que par estime et par une présomption qui n'est peut-être pas assez fondée; car il n'est pas aussi facile de déterminer au juste les différens degrés de la fusibilité que ceux de la densité; et comme la ductilité participe des deux, et qu'elle varie suivant les circonstances, nous n'avons pas encore acquis les connoissances nécessaires pour prononcer affirmativement sur ce sujet, qui est d'une assez grande importance pour mériter des recherches particulières. Le même métal, traité à froid ou à chaud, donne des résultats tout différens: la malléabilité est le premier indice de la ductilité; mais elle ne nous donne néanmoins qu'une notion assez imparfaite du point auquel la ductilité peut s'étendre. Le plomb, le plus souple, le plus malléable des métaux, ne peut se tirer à la filière en fils aussi fins que l'or, ou même que le fer, qui, de tous, est le moins malléable. D'ailleurs, il faut aider la ductilité des métaux par l'addition du feu, sans quoi ils s'écrouissent et deviennent cassans; le fer même, quoique le plus robuste de tous, s'écrouit comme les autres. Ainsi la ductilité d'un métal et l'étendue de continuité qu'il peut supporter, dépendent non seulement de sa densité et de sa fusibilité, mais encore de la manière dont on le traite, de la percussion plus lente ou plus prompte, et de l'addition de chaleur ou de feu qu'on lui donne à propos.

II. Maintenant, si nous comparons les substances qu'on appelle *demi-métaux* et *minéraux métalliques* qui manquent de ductilité, nous verrons que l'ordre de leur densité est : émeril, zinc, antimoine, bismuth, et que celui dans lequel ils reçoivent et perdent la chaleur est : antimoine, bismuth, zinc, émeril; ce qui ne suit en aucune façon l'ordre de leur densité, mais plutôt celui de leur fusibilité. L'émeril, qui est un minéral

ferrugineux, quoique une fois moins dense que le bismuth, conserve la chaleur une fois plus long-temps; le zinc, plus léger que l'antimoine et le bismuth, conserve aussi la chaleur beaucoup plus long-temps; l'antimoine et le bismuth la reçoivent et la gardent à peu près également. Il en est donc des demi-métaux et des minéraux métalliques comme des métaux: le rapport dans lequel ils reçoivent et perdent la chaleur est à peu près le même que celui de leur fusibilité, et ne tient que très-peu ou point du tout à celui de leur densité.

Mais en joignant ensemble les six métaux et les quatre demi-métaux ou minéraux métalliques que j'ai soumis à l'épreuve, on verra que l'ordre des densités de ces dix substances minérales est:

Émeril, zinc, antimoine, étain, fer, cuivre, bismuth, argent, plomb, or;

Et que l'ordre dans lequel ces substances s'échauffent et se refroidissent est:

Antimoine, bismuth, étain, plomb, argent, zinc, or, cuivre, émeril, fer:

Dans lequel il y a deux choses qui ne paroissent pas bien d'accord avec l'ordre de la fusibilité:

1° L'antimoine, qui devroit s'échauffer et se refroidir plus lentement que le plomb, puisqu'on a vu par les expériences de Newton, citées dans le mémoire précédent, que l'antimoine demande pour se fondre dix degrés de la même chaleur dont il n'en faut que huit pour fondre le plomb; au lieu que, par mes expériences, il se trouve que l'antimoine s'échauffe et se refroidit plus vite que le plomb. Mais on observera que Newton s'est servi de régule d'antimoine, et que je n'ai employé dans mes expériences que de l'antimoine fondu: or, le régule d'antimoine ou l'antimoine naturel est bien plus difficile à fondre que l'antimoine qui a déjà subi une première fusion; ainsi cela ne fait point une exception à la règle. Au reste, j'ignore quel rapport il y auroit entre l'antimoine naturel ou régule d'antimoine et les autres matières que j'ai fait chauffer et refroidir; mais je présume, d'après l'expérience de Newton, qu'il s'échaufferoit et se refroidiroit plus lentement que le plomb.

2° L'on prétend que le zinc se fond bien plus aisément que l'argent; par conséquent il devroit se trouver avant l'argent dans l'ordre indiqué par mes expériences, si cet ordre étoit, dans tous les cas, relatif à celui de la fusibilité; et j'avoue que ce demi-métal semble, au premier coup d'œil, faire une exception à cette loi que suivent tous les autres: mais il faut observer, 1° que la différence donnée par mes expériences entre le zinc et l'argent est fort petite; 2° que le petit globe d'argent dont je me suis servi étoit de l'argent le plus pur, sans la moindre partie de cuivre ni d'autre alliage, et l'argent pur doit se fondre plus aisément et s'échauffer plus vite que l'argent mêlé de cuivre; 3° quoique le petit globe de zinc m'ait été donné par un de nos habiles chimistes [1], ce n'est peut-être pas du zinc absolument pur et sans mélange de cuivre, ou de quelque autre matière encore moins fusible. Comme ce soupçon m'étoit resté après toutes mes expériences faites, j'ai remis le globe de zinc à M. Rouelle, qui me l'avoit donné, en le priant de s'assurer s'il ne contenoit pas du fer ou du cuivre, ou quelque autre matière qui s'opposeroit à la fusibilité. Les épreuves en ayant été faites, M. Rouelle a trouvé dans ce zinc une quantité assez considérable de fer, ou safran de mars: j'ai donc eu la satisfaction de voir que non seulement mon soupçon étoit bien fondé, mais encore que mes expériences ont été faites avec assez de précision pour faire reconnoître un mélange dont il n'étoit pas aisé de se douter. Ainsi le zinc suit aussi exactement que les autres métaux et demi-métaux dans le progrès de la chaleur l'ordre de la fusibilité, et ne fait point une exception à la règle. On peut donc dire, en général, que le progrès de la chaleur dans les métaux, demi-métaux et minéraux métalliques, est en même raison ou du moins en raison très-voisine de celle de leur fusibilité [2].

III. Les matières vitrescibles et vitrées que j'ai mises à l'épreuve, étant rangées suivant l'ordre de leur densité, sont:

Pierre ponce, porcelaine, ocre, glaise, verre, cristal de roche, et grès; car je dois observer que quoique le cristal ne soit porté dans la table des poids de chaque matière que pour six gros vingt-deux grains, il doit

1. M. Rouelle, démonstrateur de chimie aux écoles du Jardin du Roi.

2. Le globe de zinc sur lequel ont été faites toutes les expériences s'étant trouvé mêlé d'une portion de fer, j'ai été obligé de substituer dans la table générale, aux premiers rapports, de nouveaux rapports que j'ai placés sous les autres: par exemple, le rapport du fer au zinc de 10000 à 7654 n'est pas le vrai rapport, et c'est celui de 10000 à 6804 écrit au dessous qu'il faut adopter. Il en est de même de toutes les autres corrections que j'ai faites d'un neuvième sur chaque nombre, parce que j'ai reconnu que la portion de fer contenue dans ce zinc avoit diminué au moins d'un neuvième le progrès de la chaleur.

être supposé plus pesant d'environ un gros, parce qu'il étoit sensiblement trop petit ; et c'est par cette raison que je l'ai exclu de la table générale des rapports, ayant rejeté toutes les expériences que j'ai faites avec ce globe trop petit. Néanmoins le résultat général s'accorde assez avec les autres pour que je puisse le présenter. Voici donc l'ordre dans lequel ces différentes substances se sont refroidies : pierre ponce, ocre, porcelaine, glaise, verre, cristal, et grès, qui, comme l'on voit, est le même que celui de la densité ; car l'ocre ne se trouve ici avant la porcelaine que parce qu'étant une matière friable il s'est diminué par le frottement qu'il a subi dans les expériences ; et d'ailleurs sa densité diffère si peu de la porcelaine, qu'on peut les regarder comme égales.

Ainsi la loi du progrès de la chaleur dans les matières vitrescibles et vitrées est relative à l'ordre de leur densité, et n'a que peu ou point de rapport avec leur fusibilité, par la raison qu'il faut, pour fondre toutes ces substances, un degré presque égal du feu le plus violent, et que les degrés particuliers de leur différente fusibilité sont si près les uns des autres, qu'on ne peut pas en faire un ordre composé de termes distincts. Ainsi leur fusibilité presque égale ne faisant qu'un terme, qui est l'extrême de cet ordre de fusibilité, on ne doit pas être étonné de ce que le progrès de la chaleur suit ici l'ordre de la densité, et que ces différentes substances, qui toutes sont également difficiles à fondre, s'échauffent et se refroidissent plus lentement et plus vite, à proportion de la quantité de matière qu'elles contiennent.

On pourra m'objecter que le verre se fond plus aisément que la glaise, la porcelaine, l'ocre et la pierre ponce, qui néanmoins s'échauffent et se refroidissent en moins de temps que le verre ; mais l'objection tombera lorsqu'on réfléchira qu'il faut, pour fondre le verre, un feu très-violent, dont le degré est si éloigné des degrés de chaleur que reçoit le verre dans nos expériences sur le refroidissement, qu'il ne peut influer sur ceux-ci. D'ailleurs, en pulvérisant la glaise, la porcelaine, l'ocre et la pierre ponce, et leur donnant des fondans analogues, comme l'on en donne au sable pour le convertir en verre, il est plus que probable qu'on feroit fondre toutes ces matières au même degré de feu, et que par conséquent on doit regarder comme égale ou presque égale leur résistance à la fusion, et c'est par cette raison que la loi du progrès de la chaleur dans ces matières se trouve proportionnelle à l'ordre de leur densité.

IV. Les matières calcaires, rangées selon l'ordre de leur densité, sont :

Craie, pierre tendre, pierre dure, marbre commun, marbre blanc.

L'ordre dans lequel elles s'échauffent et se refroidissent est : craie, pierre tendre, pierre dure, marbre commun et marbre blanc, qui, comme l'on voit, est le même que celui de leur densité. La fusibilité n'y entre pour rien, parce qu'il faut d'abord un tres-grand degré de feu pour les calciner, et que, quoique la calcination en divise les parties, on ne doit en regarder l'effet que comme un premier degré de fusion, et non pas comme une fusion complète ; toute la puissance des meilleurs miroirs ardens suffit à peine pour l'opérer. J'ai fondu et réduit en une espèce de verre quelques-unes de ces matières calcaires au foyer d'un de mes miroirs, et je me suis convaincu que ces matières peuvent, comme toutes les autres, se réduire ultérieurement en verre, sans y employer aucun fondant, et seulement par la force d'un feu bien supérieur à celui de nos fourneaux. Par conséquent, le terme commun de leur fusibilité est encore plus éloigné et plus extrême que celui des matières vitrées ; et c'est par cette raison qu'elles suivent aussi plus exactement, dans le progrès de la chaleur, l'ordre de la densité.

Le gypse blanc, qu'on appelle improprement albâtre, est une matière qui se calcine, comme tous les autres plâtres, à un degré de feu plus médiocre que celui qui est nécessaire pour la calcination des matières calcaires : aussi ne suit-il pas l'ordre de la densité dans le progrès de la chaleur qu'il reçoit ou qu'il perd ; car, quoique beaucoup plus dense que la craie, et un peu plus dense que la pierre calcaire blanche, il s'échauffe et se refroidit néanmoins bien plus promptement que l'une et l'autre de ces matières. Ceci nous démontre que la calcination et la fusion, plus ou moins faciles, produisent le même effet relativement au progrès de la chaleur. Les matières gypseuses ne demandent pas, pour se calciner, autant de feu que les matières calcaires ; et c'est par cette raison que, quoique plus denses, elles s'échauffent et se refroidissent plus vite.

Ainsi on peut assurer en général que « le « progrès de la chaleur, dans toutes les sub- « stances minérales, est toujours à très-peu

« près en raison de leur plus ou moins « grande facilité à se calciner ou à se fondre; » mais que quand leur calcination ou leur fusion sont « également difficiles, et qu'elles « exigent un degré de chaleur extrême, » alors « le progrès de la chaleur se fait suivant l'ordre de leur densité. »

Au reste, j'ai déposé au Cabinet du Roi les globes d'or, d'argent, et de toutes les autres substances métalliques et minérales qui ont servi aux expériences précédentes, afin de les rendre plus authentiques, en mettant à portée de les vérifier ceux qui voudroient douter de la vérité de leurs résultats, et de la conséquence générale que je viens d'en tirer.

TROISIÈME MÉMOIRE.

Observations sur la nature de la platine.

On vient de voir que de toutes les substances minérales que j'ai mises à l'épreuve, ce ne sont pas les plus denses, mais les moins fusibles, auxquelles il faut le plus de temps pour recevoir et perdre la chaleur : le fer et l'émeril, qui sont les matières métalliques les plus difficiles à fondre, sont en même temps celles qui s'échauffent et se refroidissent le plus lentement. Il n'y a dans la nature que la platine qui pourroit être encore moins accessible à la chaleur, et qui la conserveroit plus long-temps que le fer. Ce minéral, dont on ne parle que depuis peu, paroît être encore plus difficile à fondre; le feu des meilleurs fourneaux n'est pas assez violent pour produire cet effet, ni même pour en agglutiner les petits grains, qui sont tous anguleux, émoussés, durs, et assez semblables, pour la forme, à de la grosse limaille de fer, mais d'une couleur un peu jaunâtre : et quoiqu'on puisse les faire couler sans addition de fondans, et les réduire en masse au foyer d'un bon miroir brûlant, la platine semble exiger plus de chaleur que la mine et la limaille de fer, que nous faisons aisément fondre à nos fourneaux de forge. D'ailleurs la densité de la platine étant beaucoup plus grande que celle du fer, les deux qualités de densité et de non fusibilité se réunissent ici pour rendre cette matiere la moins accessible de toutes au progrès de la chaleur. Je présume donc que la platine seroit à la tête de ma table, et avant le fer, si je l'avois mise en expérience; mais il ne m'a pas été possible de m'en procurer un globe d'un pouce de diamètre : on ne la trouve qu'en grains[1]; et celle qui est en masse n'est pas pure, parce qu'on y a mêlé, pour la fondre, d'autres matières qui en ont altéré la nature. Un de mes amis[2], homme de beaucoup d'esprit, qui a la bonté de partager souvent mes vues, m'a mis à portée d'examiner cette substance métallique encore rare, et qu'on ne connoît pas assez. Les chimistes qui ont travaillé sur la platine l'ont regardée comme un métal nouveau, parfait, propre, particulier, et différent de tous les autres métaux : ils ont assuré que sa pesanteur spécifique étoit à très-peu près égale à celle de l'or, que néanmoins ce huitième métal différoit d'ailleurs essentiellement de l'or, n'en ayant ni la ductilité ni la fusibilité. J'avoue que je suis dans une opinion différente, et même tout opposée. Une matière qui n'a ni ductilité ni fusibilité ne doit pas être mise au nombre des métaux, dont les propriétés essentielles et communes sont d'être fusibles et ductiles. Et la platine, d'après l'examen que j'en ai pu faire, ne me paroît pas être un nouveau métal différent de tous les autres, mais un mélange, un alliage de fer et d'or formé par la nature, dans lequel la quantité d'or semble dominer sur la quantité de fer; et voici les faits sur lesquels je crois pouvoir fonder cette opinion.

De huit onces trente-cinq grains de platine que m'a fournis M. d'Angiviller, et que j'ai présentés à une forte pierre d'aimant, il ne m'est resté qu'une once un gros vingt-neuf grains; tout le reste a été enlevé par l'aimant, à deux gros près, qui ont été ré-

1. Un homme digne de foi m'a néanmoins assuré qu'on trouve quelquefois de la platine en masse, et qu'il en avoit vu un morceau de vingt livres pesant qui n'avoit point été fondu, mais tiré de la mine même.

2. M. le comte de La Billardrie d'Angiviller, de l'Académie des Sciences, intendant en survivance du Jardin et du Cabinet du Roi.

duits en poudre qui s'est attachée aux feuilles de papier, et qui les a profondément noircies, comme je le dirai tout à l'heure. Cela fait donc à très-peu près six septièmes du total qui ont été attirés par l'aimant; ce qui est une quantité si considérable, relativement au tout, qu'il est impossible de se refuser à croire que le fer ne soit contenu dans la substance intime de la platine, et qu'il n'y soit même en assez grande quantité. Il y a plus : c'est que si je ne m'étois pas lassé de ces expériences, qui ont duré plusieurs jours, j'aurois encore tiré par l'aimant une grande partie du restant de mes huit onces de platine; car l'aimant en attiroit encore quelques grains un à un, et quelquefois deux, quand on a cessé de le présenter. Il y a donc beaucoup de fer dans la platine; et il n'y est pas simplement mêlé comme matière étrangère, mais intimement uni, et faisant partie de sa substance : ou, si l'on veut le nier, il faudra supposer qu'il existe dans la nature une seconde matière qui, comme le fer, est attirable par l'aimant; mais cette supposition gratuite tombera par les autres faits que je vais rapporter.

Toute la platine que j'ai eu occasion d'examiner m'a paru mélangée de deux matières différentes : l'une noire, et très-attirable par l'aimant; l'autre en plus gros grains, d'un blanc livide un peu jaunâtre et beaucoup moins magnétique que la première. Entre ces deux matières, qui sont les deux extrêmes de cette espèce de mélange, se trouvent toutes les nuances intermédiaires, soit pour le magnétisme, soit pour la couleur et la grosseur des grains. Les plus magnétiques, qui sont en même temps les plus noirs et les plus petits, se réduisent aisément en poudre par un frottement assez léger, et laissent sur le papier blanc la même couleur que le plomb frotté. Sept feuilles de papier dont on s'est servi successivement pour exposer la platine à l'action de l'aimant, ont été noircies sur toute l'étendue qu'occupoit la platine, les dernières feuilles moins que les premières à mesure qu'elle se trioit, et que les grains qui restoient étoient moins noirs et moins magnétiques. Les plus gros grains, qui sont les plus colorés et les moins magnétiques, au lieu de se réduire en poussière comme les petits grains noirs, sont au contraire très-durs et résistent à toute trituration ; néanmoins ils sont susceptibles d'extension dans un mortier d'agate [1], sous les coups réitérés d'un pilon de même matière, et j'en ai aplati et étendu plusieurs grains au double et au triple de l'étendue de leur surface : cette partie de la platine a donc un certain degré de malléabilité et de ductilité, tandis que la partie noire ne paroît être ni malléable ni ductile. Les grains intermédiaires participent des qualités des deux extrêmes, ils sont aigres et durs; ils se cassent ou s'étendent plus difficilement sous les coups du pilon, et donnent un peu de poudre noire, mais moins noire que la première.

Ayant recueilli cette poudre noire et les grains les plus magnétiques que l'aimant avoit attiré les premiers, j'ai reconnu que le tout étoit du vrai fer, mais dans un état différent du fer ordinaire. Celui-ci, réduit en poudre et en limaille, se charge de l'humidité et se rouille aisément : à mesure que la rouille le gagne, il devient moins magnétique, et finit absolument par perdre cette qualité magnétique lorsqu'il est entièrement et intimement rouillé; au lieu que cette poudre de fer, ou, si l'on veut, ce sablon ferrugineux qui se trouve dans la platine, est, au contraire, inaccessible à la rouille, quelque long-temps qu'il soit exposé à l'humidité; il est aussi plus infusible et beaucoup moins dissoluble que le fer ordinaire; mais ce n'en est pas moins du fer, qui ne m'a paru différer du fer connu que par une plus grande pureté. Ce sablon est en effet du fer absolument dépouillé de toutes les parties combustibles, salines, et terreuses, qui se trouvent dans le fer ordinaire, et même dans l'acier : il paroît enduit et recouvert d'un vernis vitreux qui le défend de toute altération. Et ce qu'il y a de très-remarquable, c'est que ce sablon de fer pur n'appartient pas exclusivement, à beaucoup près, à la mine de platine; j'en ai trouvé, quoique toujours en petite quantité, dans plusieurs endroits où l'on a fouillé les mines de fer qui se consomment à mes forges. Comme je suis dans l'usage de soumettre à plusieurs épreuves toutes les mines que je fais exploiter, avant de me déterminer à les faire travailler en grand pour l'usage de mes fourneaux, je fus assez surpris de voir que, dans quelques-unes de ces mines, qui toutes sont en grains, et dont aucune n'est attirable par l'aimant, il se trouvoit néanmoins des particules de fer un peu arrondies et luisantes comme de la limaille de fer, et tout-à-fait semblables au sablon ferrugineux de la platine; elles sont tout aussi magnétiques, tout aussi peu fusibles, tout aussi difficilement

1. Je n'ai pas voulu les étendre sur le tas d'acier, dans la crainte de leur communiquer plus de magnétisme qu'ils n'en ont naturellement.

dissolubles. Tel fut le résultat de la comparaison que je fis du sablon de la platine, et de ce sablon trouvé dans deux de mes mines de fer, à trois pieds de profondeur, dans des terrains où l'eau pénètre assez facilement : j'avois peine à concevoir d'où pouvoient provenir ces particules de fer; comment elles avoient pu se défendre de la rouille depuis des siècles qu'elles sont exposées à l'humidité de la terre; enfin comment ce fer très-magnétique pouvoit avoir été produit dans des veines de mines qui ne le sont point du tout. J'ai appelé l'expérience à mon secours, et je me suis assez éclairé sur tous ces points pour être satisfait. Je savois, par un grand nombre d'observations, qu'aucune de nos mines de fer en grains n'est attirable par l'aimant : j'étois bien persuadé, comme je le suis encore, que toutes les mines de fer, qui sont magnétiques, n'ont acquis cette propriété que par l'action du feu; que les mines du Nord, qui sont assez magnétiques pour qu'on les cherche avec la boussole, doivent leur origine à l'élément du feu, tandis que toutes nos mines en grains, qui ne sont point du tout magnétiques, n'ont jamais subi l'action du feu, et n'ont été formées que par le moyen ou l'intermède de l'eau. Je pensai donc que ce sablon ferrugineux et magnétique que je trouvois en petite quantité dans mes mines de fer, devoit son origine au feu; et, ayant examiné le local, je me confirmai dans cette idée. Le terrain où se trouve ce sablon magnétique est en bois, de temps immémorial; on y a fait très-anciennement et on y fait tous les jours des fourneaux de charbon : il est aussi plus que probable qu'il y a eu dans ces bois des incendies considérables. Le charbon et le bois brûlé, surtout en grande quantité, produisent du mâchefer, et ce mâchefer renferme la partie la plus fixe du fer que contiennent les végétaux : c'est ce fer fixe qui forme le sablon dont il est question, lorsque le mâchefer se décompose par l'action de l'air, du soleil et des pluies; car alors ces particules de fer pur, qui ne sont point sujettes à la rouille ni à aucune autre espèce d'altération, se laissent entraîner par l'eau, et pénètrent dans la terre avec elle à quelques pieds de profondeur. On pourra vérifier ce que j'avance ici, en faisant broyer du mâchefer bien brûlé; on y trouvera toujours une petite quantité de ce fer pur, qui, ayant résisté à l'action du feu, résiste également à celle des dissolvans, et ne donne point de prise à la rouille [1].

M'étant satisfait sur ce point, et après avoir comparé le sablon tiré de mes mines de fer et du mâchefer avec celui de la platine assez pour ne pouvoir douter de leur identité, je ne fus pas long-temps à penser, vu la pesanteur spécifique de la platine, que si ce sablon de fer pur, provenant de la composition du mâchefer, au lieu d'être dans une mine de fer, se trouvoit dans le voisinage d'une mine d'or, il auroit, en s'unissant à ce dernier métal, formé un alliage qui seroit absolument de la même nature que la platine. On sait que l'or et le fer ont un degré d'affinité; on sait que la plupart des mines de fer contiennent une petite quantité d'or; on sait donner à l'or la teinture, la couleur, et même l'aigre du fer, en les faisant fondre ensemble : on emploie cet or couleur de fer sur différens bijoux d'or, pour en varier les couleurs; et cet or, mêlé de fer, est plus ou moins gris et plus ou moins aigre, suivant la quantité de fer qui entre dans le mélange. J'en ai vu d'une teinte absolument semblable à la couleur de la platine. Ayant demandé à un orfèvre quelle étoit la proportion de l'or et du fer dans ce mélange, qui étoit de la couleur de la platine, il me dit que l'or de vingt-quatre karats n'étoit plus qu'à dix huit karats, et qu'il y entroit un quart de fer. On verra que c'est à peu près la proportion qui se trouve dans la platine naturelle, si l'on en juge par la pesanteur spécifique. Cet or mêlé de fer est plus dur, plus aigre, et spécifiquement moins pesant que l'or pur. Toutes ces convenances, toutes ces qualités communes avec la platine, m'ont persuadé que ce prétendu métal n'est, dans le vrai, qu'un alliage d'or et de fer, et non pas une substance particulière, un métal nouveau, parfait, et diffé-

1. J'ai reconnu, dans le Cabinet d'Histoire naturelle, des sablons ferrugineux de même espèce que celui de mes mines, qui m'ont été envoyés de différens endroits, et qui sont également magnétiques. On en trouve à Quimper en Bretagne, en Danemarck, en Sibérie, à Saint-Domingue; et les ayant tous comparés, j'ai vu que le sablon ferrugineux de Quimper étoit celui qui ressembloit le plus au mien, et qu'il n'en différoit que par un peu plus de pesanteur spécifique. Celui de Saint-Domingue est plus léger, celui de Danemarck est moins pur et plus mélangé de terre, et celui de Sibérie est en masse et en morceaux gros comme le pouce, solides, pesans, et que l'aimant soulève à peu près comme si c'étoit une masse de fer pur. On peut donc présumer que ces sablons magnétiques provenant du mâchefer se trouvent aussi communément que le mâchefer même, mais seulement en bien plus petite quantité. Il est rare qu'on en trouve des amas un peu considérables, et c'est par cette raison qu'ils ont échappé, pour la plupart, aux recherches des minéralogistes.

rent de tous les autres métaux, comme les chimistes l'ont avancé.

On peut d'ailleurs se rappeler que l'alliage aigrit tous les métaux, et que quand il y a pénétration, c'est-à-dire augmentation dans la pesanteur spécifique, l'alliage en est d'autant plus aigre que la pénétration est plus grande, et le mélange devenu plus intime, comme on le reconnoît dans l'alliage appelé *métal des cloches,* quoiqu'il soit composé de deux métaux très-ductiles. Or, rien n'est plus aigre ni plus pesant que la platine : cela seul auroit dû faire soupçonner que ce n'est qu'un alliage fait par la nature, un mélange de fer et d'or, qui doit sa pesanteur spécifique en partie à ce dernier métal, et peut-être aussi en grande partie à la pénétration des deux matières dont il est composé.

Néanmoins cette pesanteur spécifique de la platine n'est pas aussi grande que nos chimistes l'ont publié. Comme cette matière, traitée seule et sans addition de fondans, est très-difficile à réduire en masse, qu'on n'en peut obtenir au feu du miroir brûlant que de très-petites masses, et que les expériences hydrostatiques faites sur de petits volumes sont si défectueuses qu'on n'en peut rien conclure, il me paroît qu'on s'est trompé sur l'estimation de la pesanteur spécifique de ce minéral. J'ai mis de la poudre d'or dans un petit tuyau de plume que j'ai pesé très-exactement : j'ai mis dans le même tuyau un égal volume de platine; il pesoit près d'un dixième de moins : mais cette poudre d'or étoit beaucoup trop fine en comparaison de la platine. M. Tillet, qui joint à une connoissance approfondie des métaux le talent rare de faire des expériences avec la plus grande précision, a bien voulu répéter, à ma prière, celle de la pesanteur spécifique de la platine comparée à l'or pur. Pour cela, il s'est servi, comme moi, d'un tuyau de plume, et il a fait couper à la cisaille de l'or à vingt-quatre karats, réduit autant qu'il étoit possible à la grosseur des grains de la platine, et il a trouvé, par huit expériences, que la pesanteur de la platine différoit de celle de l'or pur d'un quinzième à très-peu près; mais nous avons observé tous deux que les grains d'or coupés à la cisaille avoient les angles beaucoup plus vifs que la platine. Celle-ci, vue à la loupe, est à peu près de la forme des galets roulés par l'eau; tous les angles sont émoussés, elle est même douce au toucher, au lieu que les grains de cet or coupés à la cisaille avoient des angles vifs et des pointes tranchantes, en sorte qu'ils ne pouvoient pas s'ajuster ni s'entasser les uns sur les autres aussi aisément que ceux de la platine; tandis qu'au contraire la poudre d'or dont je me suis servi étoit de l'or en paillettes, telle que les arpailleurs les trouvent dans le sable des rivières. Ces paillettes s'ajustent beaucoup mieux les unes contre les autres. J'ai trouvé environ un dixième de différence entre le poids spécifique de ces paillettes et celui de la platine : néanmoins ces paillettes ne sont pas ordinairement d'or pur, il s'en faut souvent plus de deux ou trois karats; ce qui en doit diminuer en même rapport la pesanteur spécifique. Ainsi, tout bien considéré et comparé, nous avons cru qu'on pouvoit maintenir le résultat de mes expériences, et assurer que la platine en grains, et telle que la nature la produit, est au moins d'un onzième ou d'un douzième moins pesante que l'or. Il y a toute apparence que cette erreur de fait sur la densité de la platine vient de ce qu'on ne l'aura pas pesée dans son état de nature, mais seulement après l'avoir réduite en masse; et comme cette fusion ne peut se faire que par l'addition d'autres matières et à un feu très-violent, ce n'est plus de la platine pure, mais un composé dans lequel sont entrées des matières fondantes, et duquel le feu a enlevé les parties les plus légères.

Ainsi la platine, au lieu d'être d'une densité égale ou presque égale à celle de l'or pur, comme l'ont avancé les auteurs qui en ont écrit, n'est que d'une densité moyenne entre celle de l'or et celle du fer, et seulement plus voisine de celle de ce premier métal que de celle du dernier. Supposant donc que le pied cube d'or pèse treize cent vingt-six livres, et celui du fer pur cinq cent quatre-vingts livres, celui de la platine en grains se trouvera peser environ onze cent quatre-vingt-quatorze livres; ce qui supposeroit plus des trois quarts d'or sur un quart de fer dans cet alliage, s'il n'y a pas de pénétration : mais comme on en tire six septièmes à l'aimant, on pourroit croire que le fer y est en quantité de plus d'un quart, d'autant plus qu'en s'obstinant à cette expérience, je suis persuadé qu'on viendroit à bout d'enlever, avec un fort aimant, toute la platine jusqu'au dernier grain. Néanmoins on n'en doit pas conclure que le fer y soit contenu en si grande quantité; car lorsqu'on le mêle par la fonte avec l'or, la masse qui résulte de cet alliage est attirable par l'aimant, quoique le fer n'y soit qu'en petite quantité. J'ai vu entre les mains de M. Baumé un bouton de cet alliage pesant soixante-six grains, dans lequel il n'étoit entré que six grains, c'est-à-

dire un onzième de fer; et ce bouton se laissoit enlever aisément par un bon aimant. Dès lors la platine pourroit bien ne contenir qu'un onzième de fer sur dix onzièmes d'or, et donner néanmoins tous les mêmes phénomènes, c'est-à-dire être attirée en entier par l'aimant, et cela s'accorderoit parfaitement avec la pesanteur spécifique, qui est d'un dixième ou d'un douzième moindre que celle de l'or.

Mais ce qui me fait présumer que la platine contient plus d'un onzième de fer sur dix onzièmes d'or, c'est que l'alliage qui résulte de cette proportion est encore couleur d'or et beaucoup plus jaune que ne l'est la platine la plus colorée, et qu'il faut un quart de fer sur trois quarts d'or pour que l'alliage ait précisément la couleur naturelle de la platine. Je suis donc très-porté à croire qu'il pourroit bien y avoir cette quantité d'un quart de fer dans la platine. Nous nous sommes assurés, M. Tillet et moi, par plusieurs expériences, que le sablon de ce fer pur que contient la platine est plus pesant que la limaille de fer ordinaire. Ainsi cette cause ajoutée à l'effet de la pénétration suffit pour rendre raison de cette grande quantité de fer contenue sous le petit volume indiqué par la pesanteur spécifique de la platine.

Au reste, il est très-possible que je me trompe dans quelques-unes des conséquences que j'ai cru devoir tirer de mes observations sur cette substance métallique : je n'ai pas été à portée d'en faire un examen aussi approfondi que je l'aurois voulu ; ce que j'en dis n'est que ce que j'ai vu, et pourra peut-être servir à faire voir mieux.

* Comme j'étois sur le point de livrer ces feuilles à l'impression, le hasard fit que je parlai de mes idées sur la platine à M. le comte de Milly, qui a beaucoup de connoissances en physique et en chimie : il me répondit qu'il pensoit à peu près comme moi sur la nature de ce minéral. Je lui donnai le mémoire ci-dessus pour l'examiner, et deux jours après il eut la bonté de m'envoyer les observations suivantes, que je crois aussi bonnes que les miennes, et qu'il m'a permis de publier ensemble.

« J'ai pesé exactement trente-six grains de platine; je l'ai étendue sur une feuille de papier blanc, pour pouvoir mieux l'observer avec une bonne loupe : j'y ai aperçu ou j'ai cru y apercevoir très-distinctement trois substances différentes; la première avoit le brillant métallique, elle étoit la plus abondante; la seconde, vitriforme, tirant sur le noir, ressemble assez à une matière métallique ferrugineuse qui auroit subi un degré de feu considérable, telle que des scories de fer appelées vulgairement *mâchefer;* la troisième, moins abondante que les deux premières, est du sable de toutes couleurs, où cependant le jaune, couleur de topaze, domine. Chaque grain de sable, considéré à part, offre à la vue des cristaux réguliers de différentes couleurs; j'en ai remarqué de cristallisés en aiguilles hexagones, se terminant en pyramides comme le cristal de roche, et il m'a semblé que ce sable n'étoit qu'un *detritus* de cristaux de roche ou de quartz de différentes couleurs.

« Je formai le projet de séparer, le plus exactement possible, ces différentes substances par le moyen de l'aimant, et de mettre à part la partie la plus attirable à l'aimant, d'avec celle qui l'étoit moins, et enfin de celle qui ne l'étoit point du tout; ensuite d'examiner chaque substance en particulier, et de les soumettre à différentes épreuves chimiques et mécaniques.

« Je mis à part les parties de la platine qui furent attirées avec vivacité à la distance de deux ou trois lignes, c'est-à-dire sans le contact de l'aimant, et je me servis, pour cette expérience, d'un bon aimant factice de M. l'abbé....; ensuite je touchai avec ce même aimant le métal, et j'en enlevai tout ce qui voulut céder à l'effort magnétique, que je mis à part : je pesai ce qui étoit resté et qui n'étoit presque plus attirable; cette matière non attirable, et que je nommerai nº 4, pesoit vingt-trois grains; nº 1er, qui étoit le plus sensible à l'aimant, pesoit quatre grains; nº 2 pesoit de même quatre grains, et nº 3 cinq grains.

« Nº 1er, examiné à la loupe, n'offroit à la vue qu'un mélange de parties métalliques, d'un blanc sale tirant sur le gris, aplaties et arrondies en forme de galets et de sable noir vitriforme, ressemblant à du mâchefer pilé, dans lequel on aperçoit des parties très-rouillées, enfin telles que les scories de fer en présentent lorsqu'elles ont été exposées à l'humidité.

« Nº 2 présentoit à peu près la même chose, à l'exception que les parties métalliques dominoient, et qu'il n'y en avoit que très-peu de rouillées.

« Nº 3 étoit la même chose : mais les parties métalliques étoient plus volumineuses ; elles ressembloient à du métal fondu, et qui a été jeté dans l'eau pour le diviser en grenailles : elles sont aplaties ; elles affectent toutes sortes de figures, mais arrondies sur

les bords à la manière des galets qui ont été roulés et polis par les eaux.

« N° 4, qui n'avoit point été enlevé par l'aimant, mais dont quelques parties donnoient encore des marques de sensibilité au magnétisme lorsqu'on passoit l'aimant sous le papier où elles étoient étendues, étoit un mélange de sable, de parties métalliques et de vrai mâchefer friable sous les doigts, qui noircissoit à la manière du mâchefer ordinaire. Le sable sembloit être composé de petits cristaux de topaze, de cornaline, et de cristal de roche; j'en écrasai quelques cristaux sur un tas d'acier, et la poudre qui en résulta étoit comme du vernis réduit en poudre. Je fis la même chose au mâchefer : il s'écrasa avec la plus grande facilité, et il m'offrit une poudre noire ferrugineuse, qui noircissoit le papier comme le mâchefer ordinaire.

« Les parties métalliques de ce dernier (n° 4) me parurent plus ductiles sous le marteau que celles du n° 1er, ce qui me fit croire qu'elles contenoient moins de fer que les premières; d'où il s'ensuit que la platine pourroit fort bien n'être qu'un mélange de fer et d'or fait par la nature, ou peut-être de la main des hommes, comme je le dirai par la suite.

« Je tâcherai d'examiner, par tous les moyens qui me seront possibles, la nature de la platine, si je peux en avoir à ma disposition en suffisante quantité; en attendant, voici les expériences que j'ai faites.

« Pour m'assurer de la présence du fer dans la platine par des moyens chimiques, je pris les deux extrêmes, c'est-à-dire n° 1er, qui étoit très-attirable à l'aimant, et n° 4, qui ne l'étoit pas; je les arrosai avec l'esprit de nitre un peu fumant : j'observai avec la loupe ce qui en résulterait; mais je n'y aperçus aucun mouvement d'effervescence. J'y ajoutai de l'eau distillée, et il ne se fit encore aucun mouvement; mais les parties métalliques se décapèrent, et elles prirent un nouveau brillant semblable à celui de l'argent. J'ai laissé ce mélange tranquille pendant cinq ou six minutes, et ayant encore ajouté de l'eau, j'y laissai tomber quelques gouttes de la liqueur alcaline saturée de la matière colorante du bleu de Prusse, et sur-le-champ le n° 1er me donna un très-beau bleu de Prusse.

« Le n° 4 ayant été traité de même, et quoiqu'il se fût refusé à l'action de l'aimant et à celle de l'esprit de nitre, me donna, de même que le n° 1er, du très-beau bleu de Prusse.

« Il y a deux choses fort singulières à remarquer dans ces expériences. 1° Il passe pour constant parmi les chimistes qui ont traité de la platine, que l'eau-forte ou l'esprit de nitre n'a aucune action sur elle; cependant, comme on vient de le voir, il s'en dissout assez, quoique sans effervescence, pour donner du bleu de Prusse lorsqu'on y ajoute de la liqueur alcaline phlogistiquée et saturée de la matière colorante, qui, comme on sait, précipite le fer en bleu de Prusse.

« 2° La platine, qui n'est pas sensible à l'aimant, n'en contient pas moins du fer, puisque l'esprit de nitre en dissout assez, sans occasioner d'effervescence, pour former du bleu de Prusse.

« D'où il s'ensuit que cette substance que les chimistes modernes, peut-être trop avides du merveilleux et de vouloir donner du nouveau, regardent comme un huitième métal, pourroit bien n'être, comme je l'ai dit, qu'un mélange d'or et de fer.

« Il reste sans doute bien des expériences à faire pour pouvoir déterminer comment ce mélange a pu avoir lieu; si c'est l'ouvrage de la nature, et comment; ou si c'est le produit de quelque volcan, ou simplement le produit des travaux que les Espagnols ont faits dans le Nouveau-Monde pour retirer l'or des mines du Pérou : je ferai mention, par la suite, de mes conjectures là dessus.

« Si l'on frotte de la platine naturelle sur un linge blanc, elle le noircit comme pourroit le faire le mâchefer ordinaire; ce qui m'a fait soupçonner que ce sont les parties de fer réduites en mâchefer qui se trouvent dans la platine, qui donnent cette couleur, et qui ne sont dans cet état que pour avoir éprouvé l'action d'un feu violent. D'ailleurs, ayant examiné une seconde fois de la platine avec ma loupe, j'y aperçus différens globules de mercure coulant; ce qui me fit imaginer que la platine pourroit bien être un produit de la main des hommes; et voici comment.

« La platine, à ce qu'on m'a dit, se tire des mines les plus anciennes du Pérou, que les Espagnols ont exploitées après la conquête du Nouveau-Monde. Dans ces temps reculés, on ne connoissoit guère que deux manières d'extraire l'or des sables qui le contenoient : 1° par l'amalgame du mercure; 2° par le départ à sec : on trituroit le sable aurifère avec du mercure; et lorsqu'on jugeoit qu'il s'étoit chargé de la plus grande partie de l'or, on rejetoit le sable, qu'on

nommoit *crasse*, comme inutile et de nulle valeur.

« Le départ à sec se faisoit avec aussi peu d'intelligence. Pour y vaquer, on commençoit par minéraliser les métaux aurifères par le moyen du soufre, qui n'a point d'action sur l'or, dont la pesanteur spécifique est plus grande que celle des autres métaux; mais pour faciliter sa précipitation, on ajoute du fer en limaille qui s'empare du soufre surabondant, méthode qu'on suit encore aujourd'hui. La force du feu vitrifie une partie du fer; l'autre se combine avec une petite portion d'or, et même d'argent, qui le mêle avec les scories, d'où on ne peut le retirer que par plusieurs fontes, et sans être bien instruit des intermèdes convenables que les docimasistes emploient. La chimie, qui s'est perfectionnée de nos jours, donne, à la vérité, les moyens de retirer cet or et cet argent en plus grande partie : mais dans le temps où les Espagnols exploitoient les mines du Pérou, ils ignoroient sans doute l'art de traiter les mines avec le plus grand profit; et d'ailleurs ils avoient de si grandes richesses à leur disposition, qu'ils négligeoient vraisemblablement les moyens qui leur auroient coûté de la peine, des soins et du temps. Ainsi il y a apparence qu'ils se contentoient d'une première fonte, et jetoient les scories comme inutiles, ainsi que le sable qui avoit passé par le mercure; peut-être même ne faisoient-ils qu'un tas de ces deux mélanges, qu'ils regardoient comme de nulle valeur.

« Ces scories contenoient encore de l'or, beaucoup de fer sous différens états, et cela en des proportions différentes qui nous sont inconnues, mais qui sont telles peut-être qu'elles peuvent avoir donné l'existence à la platine. Les globules de mercure que j'ai observés, et les paillettes d'or que j'ai vues distinctement, à l'aide d'une bonne loupe, dans la platine que j'ai eue entre les mains, m'ont fait naître les idées que je viens d'écrire sur l'origine de ce métal; mais je ne les donne que comme des conjectures hasardées : il faudroit, pour en acquérir quelque certitude, savoir au juste où sont situées les mines de la platine, si elles ont été exploitées anciennement, si on la tire d'un terrain neuf, ou si ce ne sont que des décombres; à quelle profondeur on la trouve, et enfin si la main des hommes y est exprimée ou non. Tout cela pourroit aider à vérifier ou à détruire les conjectures que j'ai avancées [1]. »

REMARQUES.

Ces observations de M. le comte de Milly confirment les miennes dans presque tous les points. La nature est une, et se présente toujours la même à ceux qui la savent observer : ainsi l'on ne doit pas être surpris que, sans aucune communication, M. de Milly ait vu les mêmes choses que moi, et qu'il en ait tiré la même conséquence, que la platine n'est point un nouveau métal différent de tous les autres métaux, mais un mélange de fer et d'or. Pour concilier encore de plus près ses observations avec les miennes, et pour éclaircir en même temps les doutes qui restent en grand nombre sur l'origine et sur la formation de la platine, j'ai cru devoir ajouter les remarques suivantes :

1° M. le comte de Milly distingue dans la platine trois espèces de matières, savoir: deux métalliques, et la troisième non métallique, de substance et de forme quartzeuse ou cristalline. Il a observé, comme moi, que des deux matières métalliques, l'une est très-attirable par l'aimant, et que l'autre l'est très-peu ou point du tout. J'ai fait mention de ces deux matières comme lui; mais je n'ai pas parlé de la troisième, qui n'est pas métallique, parce qu'il n'y en avoit pas ou très-peu dans la platine sur laquelle j'ai fait mes observations. Il y a apparence que la platine dont s'est servi M. de Milly étoit moins pure que la mienne, que j'ai observée avec soin, et dans laquelle je n'ai vu que quelques petits globules transparens comme du verre blanc fondu, qui étoient unis à des particules de platine ou de sablon ferrugineux, et qui se laissoient enlever ensemble par l'aimant. Ces globules transparens étoient en très-petit nombre; et dans huit onces de platine que j'ai bien regardée et fait regarder à d'autres avec une loupe très-forte, on n'a point aperçu de cristaux réguliers. Il m'a paru, au contraire, que toutes les particules transparentes étoient globuleuses comme du verre fondu, et toutes attachées à des parties métalliques, comme le laitier s'attache au fer lorsqu'on le fond. Néanmoins, comme je ne doutois point du tout de la vérité de l'observation de M. de Milly, qui avoit vu dans sa platine des par-

[1] 1. M. le baron de Sickingen, ministre de l'électeur Palatin, a dit à M. de Milly avoir actuellement entre les mains deux mémoires qui lui ont été remis par M. Kellner, chimiste et métallurgiste, attaché à M. le prince de Birckenfeld, à Manheim, qui offre à la cour d'Espagne de rendre à peu près autant d'or pesant qu'on lui livrera de platine.

ticules quartzeuses et cristallines de forme régulière et en grand nombre, j'ai cru ne devoir pas me borner à l'examen de la seule platine dont j'ai parlé ci-devant : j'en ai trouvé au Cabinet du Roi, que j'ai examinée avec M. Daubenton, de l'Académie des Sciences, et qui nous a paru à tous deux bien moins pure que la première; et nous y avons en effet remarqué un grand nombre de petits cristaux prismatiques et transparens, les uns couleur de rubis-balais, d'autres couleur de topaze, et d'autres enfin parfaitement blancs. Ainsi M. le comte de Milly ne s'étoit point trompé dans son observation; mais ceci prouve seulement qu'il y a des mines de platine bien plus pures les unes que les autres, et que dans celles qui le sont le plus, il ne se trouve point de ces corps étrangers. M. Daubenton a aussi remarqué quelques grains aplatis par dessous et renflés par dessus, comme seroit une goutte de métal fondu qui se seroit refroidie sur un plan. J'ai vu très-distinctement un de ces grains hémisphériques, et cela pourroit indiquer que la platine est une matière qui a été fondue par le feu : mais il est bien singulier que, dans cette matière fondue par le feu, on trouve de petits cristaux, des topazes et des rubis; et je ne sais si l'on ne doit pas soupçonner de la fraude de la part de ceux qui ont fourni cette platine, et qui, pour en augmenter la quantité, auront pu la mêler avec ces sables cristallins; car, je le répète, je n'ai point trouvé de ces cristaux dans plus d'une demi-livre de platine que m'a donnée M. le comte d'Angiviller.

2° J'ai trouvé, comme M. de Milly, des paillettes d'or dans la platine; elles sont aisées à reconnoître par leur couleur, et parce qu'elles ne sont point du tout magnétiques : mais j'avoue que je n'ai pas aperçu les globules de mercure qu'a vus M. de Milly. Je ne veux pas pour cela nier leur existence; seulement il me semble que les paillettes d'or se trouvant avec ces globules de mercure dans la même matière, elles seroient bientôt amalgamées, et ne conserveroient pas la couleur jaune de l'or que j'ai remarquée dans toutes les paillettes d'or que j'ai pu trouver dans une demi-livre de platine [1]. D'ailleurs les globules transparens dont je viens de parler ressemblent beaucoup à des globules de mercure vif et brillant, en sorte qu'au premier coup d'œil il est aisé de s'y tromper.

3° Il y avoit beaucoup moins de parties ternes et rouillées dans ma première platine que dans celle de M. de Milly; et ce n'est pas proprement de la rouille qui couvre la surface de ces particules ferrugineuses, mais une substance noire, produite par le feu, et tout-à-fait semblable à celle qui couvre la surface du fer brûlé : mais ma seconde platine, c'est-à-dire celle que j'ai prise au Cabinet du Roi, avoit encore de commun avec celle de M. le comte de Milly, d'être mélangée de quelques parties ferrugineuses, qui, sous le marteau, se réduisoient en poussière jaune et avoient tous les caractères de la rouille. Ainsi cette platine du Cabinet du Roi et celle de M. Milly se ressemblant à tous égards, il est vraisemblable qu'elles sont venues du même endroit et par la même voie; je soupçonne même que toutes deux ont été sophistiquées et mélangées de près de moitié avec des matières étrangères, cristallines et ferrugineuses rouillées, qui ne se trouvent pas dans la platine naturelle.

4° La production du bleu de Prusse par la platine me paroît prouver évidemment la présence du fer dans la partie même de ce minéral qui est la moins attirable à l'aimant, et confirmer en même temps ce que j'ai avancé du mélange intime du fer dans sa substance. Le décapement de la platine par l'esprit de nitre prouve que, quoiqu'il n'y ait point d'effervescence sensible, cet acide ne laisse pas d'agir sur la platine d'une manière évidente, et que les auteurs qui ont assuré le contraire ont suivi leur routine ordinaire, qui consiste à regarder comme nulle toute action qui ne produit pas l'effervescence. Ces deux expériences de M. de Milly me paroissent très-importantes; elles seroient même décisives si elles réussissoient toujours également.

5° Il nous manque en effet beaucoup de connoissances qui seroient nécessaires pour pouvoir prononcer affirmativement sur l'origine de la platine. Nous ne savons rien de l'histoire naturelle de ce minéral, et nous ne pouvons trop exhorter ceux qui sont à portée de l'examiner sur les lieux, de nous faire part de leurs observations. En attendant, nous sommes forcés de nous borner à des conjectures, dont quelques-unes me paroissent seulement plus vraisemblables que les autres. Par exemple, je ne crois pas que la platine soit l'ouvrage des hommes; les Mexicains et les Péruviens savoient fondre et travailler l'or avant l'arrivée des

1. J'ai trouvé depuis dans d'autre platine des paillettes d'or qui n'étoient pas jaunes, mais brunes et même noires comme le sablon ferrugineux de la platine, qui probablement leur avoit donné cette couleur noirâtre.

Espagnols, et ils ne connoissoient pas le fer, qu'il auroit néanmoins fallu employer, dans le départ à sec, en grande quantité. Les Espagnols eux-mêmes n'ont point établi de fourneaux à fondre les mines de fer en cette contrée, dans les premiers temps qu'ils l'ont habitée. Il y a donc toute apparence qu'ils ne se sont pas servis de limaille de fer pour le départ de l'or, du moins dans les commencemens de leurs travaux, qui d'ailleurs ne remontent pas à deux siècles et demi, temps beaucoup trop court pour une production aussi abondante que celle de la platine, qu'on ne laisse pas de trouver en assez grande quantité et dans plusieurs endroits.

D'ailleurs, lorsqu'on mêle de l'or avec du fer, en les faisant fondre ensemble, on peut toujours, par les voies chimiques, les séparer et retirer l'or en entier; au lieu que jusqu'à présent les chimistes n'ont pu faire cette séparation dans la platine, ni déterminer la quantité d'or contenue dans ce minéral. Cela semble prouver que l'or y est uni d'une manière plus intime que dans l'alliage ordinaire, et que le fer y est aussi, comme je l'ai dit, dans un état différent de celui du fer commun. La platine ne me paroît donc pas être l'ouvrage de l'homme, mais le produit de la nature, et je suis très-porté à croire qu'elle doit sa première origine au feu des volcans. Le fer brûlé, autant qu'il est possible, intimement uni avec l'or par la sublimation ou par la fusion, peut avoir produit ce minéral, qui d'abord ayant été formé par l'action du feu le plus violent, aura ensuite éprouvé les impressions de l'eau et les frottemens réitérés qui lui ont donné la forme qu'ils donnent à tous les autres corps, c'est-à-dire celle des galets et des angles émoussés. Mais il se pourroit aussi que l'eau seule eût produit la platine; car, en supposant l'or et le fer tous deux divisés autant qu'ils peuvent l'être par la voie humide, leurs molécules, en se réunissant, auront pu former les grains qui la composent, et qui, depuis les plus pesans jusqu'aux plus légers, contiennent tous de l'or et du fer. La proposition du chimiste qui offre de rendre à peu près autant d'or qu'on lui fournira de platine sembleroit indiquer qu'il n'y a en effet qu'un onzième de fer sur dix onzièmes d'or dans ce minéral, ou peut-être encore moins : mais l'à-peu-près de ce chimiste est probablement d'un cinquième ou d'un quart; et ce seroit toujours beaucoup si sa promesse pouvoit se réaliser à un quart près. (*Add. Buff.*)

* M'étant trouvé à Dijon cet été 1773, l'Académie des Sciences et Belles-Lettres de cette ville, dont j'ai l'honneur d'être membre, me parut désirer d'entendre la lecture de mes observations sur la platine. Je m'y prêtai d'autant plus volontiers, que, sur une matière aussi neuve, on ne peut trop s'informer ni consulter assez, et que j'avois lieu d'espérer de tirer quelques lumières d'une compagnie qui rassemble beaucoup de personnes instruites en tous genres. M. de Morveau, avocat-général au parlement de Bourgogne, aussi savant physicien que grand jurisconsulte, prit la résolution de travailler sur la platine. Je lui donnai une portion de celle que j'avois attirée par l'aimant, et une autre portion de celle qui avoit paru insensible au magnétisme, en le priant d'exposer ce minéral singulier au plus grand feu qu'il lui seroit possible de faire; et, quelque temps après, il m'a remis les expériences suivantes, qu'il a trouvé bon de joindre ici avec les miennes.

Expériences faites par M. de Morveau, en septembre 1773.

« M. le comte de Buffon, dans un voyage qu'il a fait à Dijon, cet été 1773, m'ayant fait remarquer, dans un demi-gros de platine que M. Beaumé m'avoit remis en 1768, des grains en forme de boutons, d'autres plus plats, et quelques-uns noirs et écailleux, et ayant séparé avec l'aimant ceux qui étoient attirables de ceux qui ne donnoient aucun signe sensible de magnétisme, j'ai essayé de former le bleu de Prusse avec les uns et les autres. J'ai versé de l'acide nitreux fumant sur les parties non attirables, qui pesoient deux grains et demi. Six heures après, j'ai étendu l'acide par de l'eau distillée, et j'y ai versé de la liqueur alcaline, saturée de matière colorante : il n'y a pas eu un atome de bleu; la platine avoit seulement un coup d'œil plus brillant. J'ai pareillement versé de l'acide fumant sur les 33 grains 1/2 de platine restante, dont partie étoit attirable : la liqueur étendue après le même intervalle de temps, le même alcali prussien en a précipité une fécule bleue, qui couvroit le fond d'un vase assez large. La platine, après cette opération, étoit bien décapée comme la première. Je l'ai lavée et séchée, et j'ai vérifié qu'elle n'avoit perdu qu'un quart de grain, ou 1/232. L'ayant examinée en cet état, j'y ai aperçu un grain d'un beau jaune, qui s'est trouvé une paillette d'or.

« M. de Fourey avoit nouvellement publié que la dissolution d'or étoit aussi précipitée en bleu par l'alcali prussien, et avoit consigné ce fait dans une table d'affinités. Je fus tenté de répéter cette expérience ; je versai en conséquence de la liqueur alcaline phlogistiquée dans de la dissolution d'or de départ, mais la couleur de cette dissolution ne changea pas; ce qui me fait soupçonner que la dissolution d'or employée par M. de Fourey pouvoit bien n'être pas aussi pure.

« Et, dans le même temps, M. le comte de Buffon m'ayant donné une assez grande quantité d'autre platine pour en faire quelques essais, j'ai entrepris de la séparer de tous les corps étrangers par une bonne fonte. Voici la manière dont j'ai procédé, et les résultats que j'ai eus :

PREMIÈRE EXPÉRIENCE.

« Ayant mis un gros de platine dans une petite coupelle, sous la moufle du fourneau donné par M. Macquer dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1758, j'ai soutenu le feu pendant deux heures; la moufle s'est affaissée, les supports avoient coulé : cependant la platine s'est trouvée seulement agglutinée; elle tenoit à la coupelle, et y avoit laissé des taches couleur de rouille. La platine étoit alors terne, même un peu noire, et n'avoit pris qu'un quart de grain d'augmentation de poids, quantité bien foible en comparaison de celle que d'autres chimistes ont observée ; ce qui me surprit d'autant plus, que ce gros de platine, ainsi que toutes celles que j'ai employées aux autres expériences, avoit été enlevé successivement par l'aimant, et faisoit portion des six septièmes de 8 onces dont M. de Buffon a parlé dans le mémoire ci-dessus.

DEUXIÈME EXPÉRIENCE.

« Un demi-gros de la même platine, exposé au même feu dans une coupelle, s'est aussi agglutiné; elle étoit adhérente à la coupelle, sur laquelle elle avoit laissé des taches de couleur de rouille. L'augmentation de poids s'est trouvée à peu près dans la même proportion, et la surface aussi noire.

TROISIÈME EXPÉRIENCE.

« J'ai remis ce même demi-gros dans une nouvelle coupelle ; mais, au lieu de moufle, j'ai renversé sur le support un creuset de plomb noir de Passaw. J'avois eu l'attention de n'employer pour support que des têts d'argile pure très-réfractaire; par ce moyen, je pouvois augmenter la violence du feu et prolonger sa durée, sans craindre de voir couler les vaisseaux, ni obstruer l'argile par les scories. Cet appareil ainsi placé dans le fourneau; j'y ai entretenu, pendant quatre heures, un feu de la dernière violence. Lorsque tout a été refroidi, j'ai trouvé le creuset bien conservé, soudé au support. Ayant brisé cette soudure vitreuse, j'ai reconnu que rien n'avoit pénétré dans l'intérieur du creuset, qui paroissoit seulement plus luisant qu'il n'étoit auparavant. La coupelle avoit conservé sa forme et sa position; elle étoit un peu fendillée, mais pas assez pour se laisser pénétrer : aussi le bouton de platine n'y étoit-il pas adhérent; ce bouton n'étoit encore qu'agglutiné, mais d'une manière bien plus serrée que la première fois : les grains étoient moins saillans; la couleur en étoit plus claire, le brillant plus métallique; et ce qu'il y eut de plus remarquable, c'est qu'il s'étoit élancé de sa surface pendant l'opération, et probablement dans les premiers instans du refroidissement, trois jets de verre, dont l'un, plus élevé, parfaitement sphérique, étoit porté sur un pédicule d'une ligne de hauteur, de la même matière transparente et vitreuse. Ce pédicule avoit à peine un sixième de ligne, tandis que le globule avoit une ligne de diamètre, d'une couleur uniforme, avec une légère teinte de rouge, que ne déroboit rien à sa transparence. Des deux autres jets de verre, le plus petit avoit un pédicule comme le plus gros, et le moyen n'avoit point de pédicule et étoit seulement attaché à la platine par sa surface extérieure.

QUATRIÈME EXPÉRIENCE.

« J'ai essayé de coupeller la platine, et pour cela j'ai mis dans une coupelle un gros des mêmes grains enlevés par l'aimant, avec deux gros de plomb. Après avoir donné un très-grand feu pendant deux heures, j'ai trouvé dans la coupelle un bouton adhérent, couvert d'une croûte jaunâtre et un peu spongieuse, du poids de 2 gros 12 grains; ce qui annonçoit que la platine avoit retenu 1 gros 12 grains de plomb.

« J'ai remis ce bouton dans une autre coupelle au même fourneau, observant de le retourner; il n'a perdu que 12 grains dans un feu de deux heures : sa couleur et sa forme avoient très-peu changé.

« Je lui ai appliqué ensuite le vent du soufflet, après l'avoir placé dans une nou-

velle coupelle couverte d'un creuset de Passaw, dans la partie inférieure d'un fourneau de fusion dont j'avois ôté la grille : le bouton a pris alors un coup d'œil plus métallique, toujours un peu terne; et cette fois il a perdu 18 grains.

« Le même bouton ayant été remis dans le fourneau de M. Macquer, toujours placé dans une coupelle couverte d'un creuset de Passaw, je soutins le feu pendant trois heures, après lesquelles je fus obligé de l'arrêter, parce que les briques qui servoient de support avoient entièrement coulé. Le bouton étoit devenu de plus en plus métallique : il adhéroit pourtant à la coupelle; il avoit perdu cette fois 34 grains. Je le jetai dans l'acide nitreux fumant, pour essayer de le décaper; il y eut un peu d'effervescence lorsque j'ajoutai de l'eau distillée; le bouton y perdit effectivement deux grains, et j'y remarquai quelques petits trous, comme ceux que laisse le départ.

« Il ne restoit plus que 22 grains de plomb alliés à la platine, à en juger par l'excédant de son poids. Je commençai à espérer de vitrifier cette dernière portion de plomb; et pour cela, je mis ce bouton dans une coupelle neuve : je disposai le tout comme dans la troisième expérience; je me servis du même fourneau, en observant de dégager continuellement la grille, d'entretenir au devant, dans le courant d'air qu'il attiroit, une évaporation continuelle par le moyen d'une capsule que je remplissois d'eau de temps en temps, et de laisser un moment la chape entr'ouverte lorsqu'on venoit de remplir le fourneau de charbon. Ces précautions augmentèrent tellement l'activité du feu, qu'il falloit recharger de dix minutes en dix minutes. Je le soutins au même degré pendant quatre heures, et je le laissai refroidir.

« Je reconnus le lendemain que le creuset de plomb noir avoit résisté, que les supports n'étoient que faïencés par les cendres. Je trouvai dans la coupelle un bouton bien rassemblé, nullement adhérent, d'une couleur continue et uniforme, approchant plus de la couleur de l'étain que de tout autre métal, seulement un peu raboteux; en un mot, pesant un gros très-juste, rien de plus, rien de moins.

« Tout annonçoit donc que cette platine avoit éprouvé une fusion parfaite, qu'elle étoit parfaitement pure; car, pour supposer qu'elle tenoit encore du plomb, il faudroit supposer aussi que ce minéral avoit justement perdu de sa propre substance autant qu'il avoit retenu de matière étrangère; et une telle précision ne peut être l'effet d'un pur hasard.

« Je devois passer quelques jours avec M. le comte de Buffon, dont la société a, si je puis le dire, le même charme que son style, dont la conversation est aussi pleine que ses livres; je me fis un plaisir de lui porter les produits de ces essais, et je remis à les examiner ultérieurement avec lui.

« 1° Nous avons observé que le gros de platine agglutinée de la première expérience n'étoit pas attiré en bloc par l'aimant; que cependant le barreau magnétique avoit une action marquée sur les grains que l'on en détachoit.

« 2° Le demi-gros de la troisième expérience n'étoit non seulement pas attirable en masse, mais les grains que l'on en séparoit ne donnoient plus eux-mêmes aucun signe de magnétisme.

« 3° Le bouton de la quatrième expérience étoit aussi absolument insensible à l'approche de l'aimant, ce dont nous nous assurâmes en mettant le bouton en équilibre dans une balance très-sensible, et lui présentant un très-fort aimant jusqu'au contact, sans que son approche ait le moindrement dérangé l'équilibre.

« 4° La pesanteur spécifique de ce bouton fut déterminée par une bonne balance hydrostatique, et, pour plus de sûreté, comparée à l'or de monnoie et au globe d'or très-pur employé par M. de Buffon à ses belles expériences sur le progrès de la chaleur; leur densité se trouva avoir les rapports suivans avec l'eau dans laquelle ils furent plongés :

« Le globe d'or......	19 1/34
« L'or de monnoie....	17 1/2
« Le bouton de platine.	14 2/5

« 5° Ce bouton fut porté sur un tas d'acier pour essayer sa ductilité. Il soutint fort bien quelques coups de marteau; sa surface devint plane, et même un peu polie dans les endroits frappés; mais il se fendit bientôt après, et il s'en détacha une portion, faisant à peu près le sixième de la totalité; la fracture présenta plusieurs cavités, dont quelques-unes, d'environ une ligne de diamètre, avoient la blancheur et le brillant de l'argent; on remarquoit dans d'autres de petites pointes élancées, comme les cristallisations dans les géodes. Le sommet de l'une de ces pointes, vu à la loupe, étoit un globule absolument semblable, pour la forme, à celui de la troisième expérience, et aussi de matière vitreuse transparente, autant que son

extrême petitesse permettoit d'en juger. Au reste, toutes les parties du bouton étoient compactes, bien liées, et le grain plus fin, plus serré, que celui du meilleur acier après la plus forte trempe, auquel il ressembloit d'ailleurs par la couleur.

« 6° Quelques portions de ce bouton ainsi réduites en parcelles à coups de marteau sur le tas d'acier, nous leur avons présenté l'aimant, et aucune n'a été attirée; mais les ayant encore pulvérisées dans un mortier d'agate, nous avons remarqué que le barreau magnétique en enlevoit quelques-unes des plus petites toutes les fois qu'on le posoit immédiatement dessus.

« Cette nouvelle apparition du magnétisme étoit d'autant plus surprenante, que les grains détachés de la masse agglutinée de la deuxième expérience nous avoient paru avoir perdu eux-mêmes toute sensibilité à l'approche et au contact de l'aimant. Nous reprîmes en conséquence quelques-uns de ces grains; ils furent de même réduits en poussière dans le mortier d'agate, et nous vîmes bientôt les parties les plus petites s'attacher sensiblement au barreau aimanté. Il n'est pas possible d'attribuer cet effet au poli de la surface du barreau, ni à aucune autre cause étrangère au magnétisme: un morceau de fer aussi poli, appliqué de la même manière sur les parties de cette platine, n'en a jamais pu enlever une seule.

« Par le récit exact de ces expériences et des observations auxquelles elles ont donné lieu, on peut juger de la difficulté de déterminer la nature de la platine. Il est bien certain que celle-ci contenoit quelques parties vitrifiables, et vitrifiables même sans addition à un grand feu; il est bien sûr que toute platine contient du fer et des parties attirables: mais si l'alcali prussien ne donnoit jamais du bleu qu'avec les grains que l'aimant a enlevés, il semble qu'on en pourroit conclure que ceux qui lui résistent absolument sont de la platine pure, qui n'a par elle-même aucune vertu magnétique, et que le fer n'en fait pas partie essentielle. On devoit espérer qu'une fusion aussi avancée, une coupellation aussi parfaite, décideroient au moins cette question; tout annonçoit qu'en effet ces opérations l'avoient dépouillée de toute vertu magnétique en la séparant de tous corps étrangers: mais la dernière observation prouve, d'une manière invincible, que cette propriété magnétique n'y étoit réellement qu'affoiblie, et peut-être masquée ou ensevelie, puisqu'elle a reparu lorsqu'on l'a broyée. »

REMARQUES.

De ces expériences de M. de Morveau, et des observations que nous avons ensuite faites ensemble, il résulte:

1° Qu'on peut espérer de fondre la platine sans addition dans nos meilleurs fourneaux, en lui appliquant le feu plusieurs fois de suite, parce que les meilleurs creusets ne pourroient résister à l'action d'un feu aussi violent pendant tout le temps qu'exigeroit l'opération complète.

2° Qu'en la fondant avec le plomb, et la coupellant successivement et à plusieurs reprises, on vient à bout de vitrifier tout le plomb, et que cette opération pourroit à la fin la purger d'une partie des matières étrangères qu'elle contient.

3° Qu'en la fondant sans addition, elle paroît se purger elle-même en partie des matières vitrescibles qu'elle renferme, puisqu'il s'élance à sa surface de petit jets de verre qui forment des masses assez considérables, et qu'on en peut séparer aisément après le refroidissement.

4° Qu'en faisant l'expérience du bleu de Prusse avec les grains de platine qui paroissent les plus insensibles à l'aimant, on n'est pas toujours sûr d'obtenir de ce bleu, comme cela ne manque jamais d'arriver avec les grains qui ont plus ou moins de sensibilité au magnétisme; mais comme M. de Morveau a fait cette expérience sur une très-petite quantité de platine, il se propose de la répéter.

5° Il paroît que ni la fusion ni la coupellation ne peuvent détruire, dans la platine, tout le fer dont elle est intimement pénétrée: les boutons fondus ou coupellés paroissent, à la vérité, également insensibles à l'action de l'aimant; mais les ayant brisés dans un mortier d'agate et sur un tas d'acier, nous y avons retrouvé des parties magnétiques d'autant plus abondantes que la platine étoit réduite en poudre plus fine. Le premier bouton, dont les grains ne s'étoient qu'agglutinés, rendit, étant broyé, beaucoup plus de parties magnétiques que le second et le troisième dont les grains avoient subi une plus forte fusion; mais néanmoins tous deux, étant broyés, fournirent des parties magnétiques, en sorte qu'on ne peut pas douter qu'il n'y ait encore du fer dans la platine après qu'elle a subi les plus violens efforts du feu et l'action dévorante du plomb dans la coupelle. Ceci semble achever de démontrer que ce minéral est réellement un

mélange intime d'or et de fer, que jusqu'à présent l'art n'a pu séparer.

6° Je fis encore, avec M. de Morveau, une autre observation sur cette platine fondue et ensuite broyée; c'est qu'elle reprend, en se brisant, précisément la même forme des galets arrondis et aplatis qu'elle avoit avant d'être fondue. Tous les grains de cette platine fondue et brisée sont semblables à ceux de la platine naturelle, tant pour la forme que pour la variété de grandeur; et ils ne paroissent en différer que parce qu'il n'y a que les plus petits qui se laissent enlever à l'aimant, et en quantité d'autant moindre que la platine a subi plus de feu. Cela paroît prouver aussi que, quoique le feu ait été assez fort non seulement pour brûler et vitrifier, mais même pour chasser au dehors une partie du fer avec les autres matières vitrescibles qu'il contient, la fusion néanmoins n'est pas aussi complète que celle des autres métaux parfaits, puisqu'en la brisant, les grains reprennent la même figure qu'ils avoient avant la fonte.

QUATRIÈME MÉMOIRE.

Expériences sur la ténacité et sur la décomposition du fer.

On a vu, dans le premier mémoire, que le fer perd de sa pesanteur à chaque fois qu'on le chauffe à un feu violent, et que les boulets chauffés trois fois jusqu'au blanc ont perdu la douzième partie de leur poids. On seroit d'abord porté à croire que cette perte ne doit être attribuée qu'à la diminution du volume du boulet, par les scories qui se détachent de la surface et tombent en petites écailles; mais si l'on fait attention que les petits boulets, dont par conséquent la surface est plus grande, relativement au volume, que celle des gros, perdent moins, et que les gros boulets perdent proportionnellement plus que les petits, on sentira bien que la perte totale de poids ne doit pas être simplement attribuée à la chute des écailles qui se détachent de la surface, mais encore à une altération intérieure de toutes les parties de la masse, que le feu violent diminue et rend d'autant plus légère qu'il est appliqué plus souvent et plus long-temps[1].

Et en effet, si l'on recueille à chaque fois les écailles qui se détachent de la surface des boulets, on trouvera que, sur un boulet de 5 pouces, qui, par exemple, aura perdu 8 onces par une première chaude, il n'y aura pas une once de ces écailles détachées, et que tout le reste de la perte de poids ne peut être attribué qu'à cette altération intérieure de la substance du fer, qui perd de sa densité à chaque fois qu'on le chauffe; en sorte que si l'on réitéroit souvent cette même opération, on réduiroit le fer à n'être plus qu'une matière friable et légère dont on ne pourroit faire aucun usage : car j'ai remarqué que les boulets, non seulement avoient perdu de leur poids, c'est-à-dire de leur densité, mais qu'en même temps ils avoient aussi beaucoup perdu de leur solidité, c'est-à-dire de cette qualité dont dépend la cohérence des parties; car j'ai vu, en les faisant frapper, qu'on pouvoit les casser d'autant plus aisément qu'ils avoient été chauffés plus souvent et plus long-temps.

C'est sans doute parce que l'on ignoroit jusqu'à quel point va cette altération du fer, ou plutôt parce qu'on ne s'en doutoit point du tout, que l'on imagina, il y a quelques années, dans notre artillerie, de chauffer les boulets dont il étoit question de diminuer le volume[2]. On m'a assuré que le calibre des canons nouvellement fondus étant plus étroit que celui des anciens canons, il a fallu diminuer les boulets; que, pour y parvenir, on a fait rougir ces boulets à blanc, afin de les ratisser ensuite plus aisément en les faisant tourner. On m'a ajouté que souvent on est obligé de les faire chauffer cinq, six et même huit et neuf fois pour les réduire autant qu'il est nécessaire. Or, il est évident, par mes expériences, que cette

1. Une expérience familière, et qui semble prouver que le fer perd de sa masse à mesure qu'on le chauffe, même à un feu très-médiocre, c'est que les fers à friser, lorsqu'on les a souvent trempés dans l'eau pour les refroidir, ne conservent pas le même degré de chaleur au bout d'un temps. Il s'en élève aussi des écailles lorsqu'on les a souvent chauffés et trempés; ces écailles sont du véritable fer.

2. M. le marquis de Vallière ne s'occupoit point alors des travaux de l'artillerie.

pratique est mauvaise ; car un boulet échauffé à blanc neuf fois doit perdre au moins le quart de son poids, et peut-être les trois quarts de sa solidité. Devenu cassant et friable, il ne peut servir pour faire brèche, puisqu'il se brise contre les murs ; et, devenu léger, il a aussi, pour les pièces de campagne, le grand désavantage de ne pouvoir aller aussi loin que les autres.

En général, si l'on veut conserver au fer sa solidité et son nerf, c'est-à-dire sa masse et sa force, il ne faut l'exposer au feu ni plus souvent ni plus long-temps qu'il n'est nécessaire ; il suffira, pour la plupart des usages, de le faire rougir sans pousser le feu jusqu'au blanc : ce dernier degré de chaleur ne manque jamais de le détériorer ; et, dans les ouvrages où il importe de lui conserver tout son nerf, comme dans les bandes que l'on forge pour les canons de fusil, il faudroit, s'il étoit possible, ne les chauffer qu'une fois pour les battre, plier et souder par une seule opération ; car, quand le fer a acquis sous le marteau toute la force dont il est susceptible, le feu ne fait plus que la diminuer. C'est aux artistes à voir jusqu'à quel point ce métal doit être malléé pour acquérir tout son nerf ; et cela ne seroit pas impossible à déterminer par des expériences. J'en ai fait quelques-unes que je vais rapporter ici.

I. Une boucle de fer de 18 lignes 2/3 de grosseur, c'est-à-dire 348 lignes carrées pour chaque montant de fer, ce qui fait pour le tout 696 lignes carrées de fer, a cassé sous le poids de 28 milliers qui tiroit perpendiculairement. Cette boucle de fer avoit environ 10 pouces de largeur sur 13 pouces de hauteur, et elle étoit, à très-peu près, de la même grosseur partout. Cette boucle a cassé presque au milieu des branches perpendiculaires, et non pas dans les angles.

Si l'on vouloit conclure du grand au petit sur la force du fer par cette expérience, il se trouveroit que chaque ligne carrée de fer, tirée perpendiculairement, ne pourroit porter qu'environ 40 livres.

II. Cependant, ayant mis à l'épreuve un fil de fer d'une ligne un peu forte de diamètre, ce morceau de fil de fer a porté, avant de se rompre, 482 livres ; et un pareil morceau de fil de fer n'a rompu que sous la charge de 495 livres : en sorte qu'il est à présumer qu'une verge carrée d'une ligne de ce même fer auroit porté encore davantage, puisqu'elle auroit contenu quatre segmens aux quatre coins du carré inscrit au cercle, de plus que le fil de fer rond, d'une ligne de diamètre.

Or cette disproportion dans la force du fer en gros et du fer en petit est énorme. Le gros fer que j'avois employé venoit de la forge d'Aisy sous Rougemont ; il étoit sans nerf et à gros grain, et j'ignore de quelle forge étoit mon fil de fer : mais la différence de la qualité du fer, quelque grande qu'on voulût la supposer, ne peut pas faire celle qui se trouve ici dans leur résistance, qui, comme l'on voit, est douze fois moindre dans le gros fer que dans le petit.

III. J'ai fait rompre une autre boucle de fer de 18 lignes 1/2 de grosseur, du même fer de la forge d'Aisy ; elle ne supporta de même que 28450 livres, et rompit encore presque dans le milieu des deux montans.

IV. J'avois fait faire en même temps une boucle du même fer, que j'avois fait reforger pour le partager en deux, en sorte qu'il se trouva réduit à une barre de 9 lignes sur 18 ; l'ayant mise à l'épreuve, elle supporta, avant de se rompre, la charge de 17300 livres, tandis qu'elle n'auroit dû porter tout au plus que 14 milliers, si elle n'eût pas été forgée une seconde fois.

V. Une autre boucle de fer, de 16 lignes 3/4 de grosseur, ce qui fait, pour chaque montant, à peu près 280 lignes carrées, c'est-à-dire 560, a porté 24600 livres, au lieu qu'elle n'auroit dû porter que 22400 livres, si je ne l'eusse pas fait forger une seconde fois.

VI. Un cadre de fer de la même qualité, c'est-à-dire sans nerf et à gros grain, et venant de la même forge d'Aisy, que j'avois fait établir pour empêcher l'écartement des murs du haut fourneau de mes forges, et qui avoit 26 pieds d'un côté sur 22 pieds de l'autre, ayant cassé par l'effort de la chaleur du fourneau dans les deux points milieux des deux plus longs côtés, j'ai vu que je pouvois comparer ce cadre aux boucles des expériences précédentes, parce qu'il étoit du même fer, et qu'il a cassé de la même manière. Or ce fer avoit 21 lignes de gros, ce qui fait 441 lignes carrées ; et ayant rompu comme les boucles aux deux côtés opposés, cela fait 882 lignes carrées qui se sont séparées par l'effort de la chaleur : et comme nous avons trouvé, par les expériences précédentes, que 696 lignes carrées du même

fer ont cassé sous le poids de 28 milliers, on doit en conclure que 882 lignes de ce même fer n'auroient rompu que sous un poids de 35480 livres, et que par conséquent l'effort de la chaleur devoit être estimé comme un poids de 35480 livres. Ayant fait fabriquer pour contenir le mur intérieur de mon fourneau, dans le fondage qui se fit après la rupture de ce cadre, un cercle de 26 pieds 1/2 de circonférence, avec du fer nerveux provenant de la fonte et de la fabrique de mes forges, cela m'a donné le moyen de comparer la ténacité du bon fer avec celle du fer commun. Ce cercle de 26 pieds 1/2 de circonférence étoit de deux pièces retenues et jointes ensemble par deux clavettes de fer passées dans les anneaux forgés au bout des deux bandes de fer; la largeur de ces bandes étoit de 30 lignes sur 5 d'épaisseur: cela fait 150 lignes carrées, qu'on ne doit pas doubler, parce que si ce cercle eût rompu, ce n'auroit été qu'en un seul endroit, et non pas en deux endroits opposés, comme les boucles ou le grand cadre carré. Mais l'expérience me démontra que, pendant un fondage de quatre mois, où la chaleur étoit même plus grande que dans le fondage précédent, ces 150 lignes de bon fer résistèrent à son effort, qui étoit de 35480 livres; d'où l'on doit conclure avec certitude entière, que le bon fer, c'est-à-dire le fer qui est presque tout nerf, est au moins cinq fois aussi tenace que le fer sans nerf et à gros grain.

Que l'on juge par là de l'avantage qu'on trouveroit à n'employer que du bon fer nerveux dans les bâtimens et dans la construction des vaisseaux : il en faudroit les trois quarts moins, et l'on auroit encore un quart de solidité de plus.

Par de semblables expériences, et en faisant malléer une fois, deux fois, trois fois, des verges de fer de différentes grosseurs, on pourroit s'assurer du *maximum* de la force du fer, combiner d'une manière certaine la légereté des armes avec leur solidité, ménager la matière dans les autres ouvrages, sans craindre la rupture, en un mot, travailler ce métal sur des principes uniformes et constans. Ces expériences sont le seul moyen de perfectionner l'art de la manipulation du fer : l'État en tireroit de très-grands avantages ; car il ne faut pas croire que la qualité du fer dépende de celle de la mine; que, par exemple, le fer d'Angleterre, ou d'Allemagne, ou de Suède, soit meilleur que celui de France; que le fer de Berri soit plus doux que celui de Bourgogne : la nature des mines n'y fait rien, c'est la manière de les traiter qui fait tout; et ce que je puis assurer, pour l'avoir vu par moi-même, c'est qu'en malléant beaucoup et chauffant peu on donne au fer plus de force, et qu'on approche de ce *maximum*, dont je ne puis que recommander la recherche, et auquel on peut arriver par les expériences que je viens d'expliquer.

Dans les boulets que j'ai soumis plusieurs fois à l'épreuve du plus grand feu, j'ai vu que le fer perd de son poids et de sa force, d'autant plus qu'on le chauffe plus souvent et plus long-temps; sa substance se décompose, sa qualité s'altère, et enfin il dégénère en une espèce de mâchefer ou de matière poreuse, légère, qui se réduit en une sorte de chaux par la violence et la longue application du feu : le mâchefer commun est d'une autre espèce; et quoique vulgairement on croie que le mâchefer ne provient et même ne peut provenir que du fer, j'ai la preuve du contraire. Le mâchefer est, à la vérité, une matière produite par le feu; mais pour le former, il n'est pas nécessaire d'employer du fer ni aucun autre métal: avec du bois et du charbon brûlé et poussé à un feu violent, on obtiendra du mâchefer en assez grande quantité; et si l'on prétend que ce mâchefer ne vient que du fer contenu dans le bois (parce que tous les végétaux en contiennent plus ou moins), je demande pourquoi l'on ne peut pas en tirer du fer même une plus grande quantité qu'on n'en tire du bois, dont la substance est si différente de celle du fer. Dès que ce fait me fut connu par l'expérience, il me fournit l'intelligence d'un autre fait qui m'avoit paru inexplicable jusqu'alors. On trouve dans les terres élevées, et surtout dans les forêts où il n'y a ni rivières ni ruisseaux, et où par conséquent il n'y a jamais eu de forges, non plus qu'aucun indice de volcan ou de feux souterrains; on trouve, dis-je, souvent de gros blocs de mâchefer que deux hommes auroient peine à enlever : j'en ai vu, pour la première fois, en 1745, à Montigny-l'Encoupe, dans les forêts de M. de Trudaine; j'en ai fait chercher et trouvé depuis dans nos bois de Bourgogne, qui sont encore plus éloignés de l'eau que ceux de Montigny; on en a trouvé en plusieurs endroits : les petits morceaux m'ont paru provenir de quelques fourneaux de charbon qu'on aura laissé brûler; mais les gros ne peuvent venir que d'un incendie dans la forêt, lorsqu'elle étoit en pleine venue, et que les arbres y étoient assez grands et assez voisins pour produire

un feu très-violent et très-long-temps nourri.

Le mâchefer, qu'on peut regarder comme un résidu de la combustion du bois, contient du fer; et l'on verra dans un autre mémoire les expériences que j'ai faites pour reconnoître, par ce résidu, la quantité de fer qui entre dans la composition des végétaux. Et cette terre morte, ou cette chaux dans laquelle le fer se réduit par la trop longue action du feu, ne m'a pas paru contenir plus de fer que le mâchefer du bois; ce qui semble prouver que le fer est, comme le bois, une matière combustible que le feu peut également dévorer en l'appliquant seulement plus violemment et plus long-temps. Pline dit avec raison : *Ferrum accensum igni, nisi duretur ictibus, corrumpitur.* On en sera persuadé si l'on observe dans une forge la première loupe que l'on tire de la gueuse : cette loupe est un morceau de fer fondu pour la seconde fois, et qui n'a pas encore été forgé, c'est-à-dire consolidé par le marteau; lorsqu'on le tire de la chaufferie, où il vient de subir le feu le plus violent, il est rougi à blanc; il jette non seulement des étincelles ardentes, mais il brûle réellement d'une flamme très-vive, qui consommeroit une partie de sa substance si on tardoit trop de temps à porter cette loupe sous le marteau; ce fer seroit, pour ainsi dire, détruit avant que d'être formé; il subiroit l'effet complet de la combustion, si le coup du marteau, en rapprochant ses parties trop divisées par le feu, ne commençoit à lui faire prendre le premier degré de sa ténacité. On le tire dans cet état, et encore tout rouge, de dessous le marteau, et on le reporte au foyer de l'affinerie, où il se pénètre d'un nouveau feu; lorsqu'il est blanc, on le transporte de même et le plus promptement possible au marteau, sous lequel il se consolide, et s'étend beaucoup plus que la première fois; enfin on remet encore cette pièce au feu, et on la rapporte au marteau, sous lequel on l'achève en entier. C'est ainsi qu'on travaille tous les fers communs; on ne leur donne que deux ou tout au plus trois volées de marteau : aussi n'ont-ils pas, à beaucoup près, la ténacité qu'ils pourroient acquérir, si on les travailloit moins précipitamment. La force du marteau non seulement comprime les parties du fer trop divisées par le feu, mais, en les rapprochant, elle chasse les matières étrangères et le purifie en le consolidant. Le déchet du fer en gueuse est ordinairement d'un tiers, dont la plus grande partie se brûle, et le reste coule en fusion et forme ce qu'on appelle *les crasses du fer* : ces crasses sont plus pesantes que le mâchefer du bois, et contiennent encore une assez grande quantité de fer, qui est, à la vérité, très-impur et très-aigre, mais dont on peut néanmoins tirer parti, en mêlant ces crasses broyées, et en petite quantité, avec la mine que l'on jette au fourneau. J'ai l'expérience qu'en mêlant un sixième de ces crasses avec cinq sixièmes de mine épurée par mes cribles, la fonte ne change pas sensiblement de qualité; mais si l'on en met davantage, elle devient plus cassante, sans néanmoins changer de couleur ni de grain. Mais si les mines sont moins épurées, ces crasses gâtent absolument la fonte, parce qu'étant déjà très-aigre et très-cassante par elle-même, elle le devient encore plus par cette addition de mauvaise matière; en sorte que cette pratique, qui peut devenir utile entre les mains d'un habile maître de l'art, produira dans d'autres mains de si mauvais effets, qu'on ne pourra se servir ni des fers ni des fontes qui en proviendront.

Il y a néanmoins des moyens, je ne dis pas de changer, mais de corriger un peu la mauvaise qualité de la fonte, et d'adoucir à la chaufferie l'aigreur du fer qui en provient. Le premier de ces moyens est de diminuer la force du vent, soit en changeant l'inclinaison de la tuyère, soit en ralentissant le mouvement des soufflets; car plus on presse le feu, plus le fer devient aigre. Le second moyen, et qui est encore plus efficace, c'est de jeter sur la loupe de fer qui se sépare de la gueuse une certaine quantité de gravier calcaire, ou même de chaux toute faite : cette chaux sert de fondant aux parties vitrifiables que le fer aigre contient en trop grande quantité, et le purge de ses impuretés. Mais ce sont de petites ressources auxquelles il ne faut pas se mettre dans le cas d'avoir recours; ce qui n'arriveroit jamais si l'on suivoit les procédés que j'ai donnés pour faire de bonnes fontes [1].

Lorsqu'on fait travailler les affineurs à leur compte, et lorsqu'on les paie au millier, ils font, comme les fondeurs, le plus de fer qu'ils peuvent dans leur semaine; ils construisent le foyer de leur chaufferie de la manière la plus avantageuse pour eux; ils pressent le feu, trouvent que les soufflets ne donnent jamais assez de vent; ils travaillent moins la loupe, et font ordinairement en deux chaudes ce qui en exigeroit au moins trois. On ne sera donc jamais sûr d'avoir du fer d'une bonne et même qualité

1. On trouvera ces procédés dans mes Mémoires sur la fusion des mines de fer.

qu'en payant les ouvriers au mois, et en faisant casser, à la fin de chaque semaine, quelques barres du fer qu'ils livrent, pour reconnoître s'ils ne se sont pas trop pressés ou négligés. Le fer en bandes plates est toujours plus nerveux que le fer en barreaux : s'il se trouve deux tiers de nerf sur un tiers de grain dans les bandes, on ne trouvera dans les barreaux, quoique faits de même étoffe, qu'environ un tiers de nerf sur deux tiers de grain ; ce qui prouve bien clairement que la plus ou moins grande force du fer vient de la différente application du marteau. S'il frappe plus constamment, plus fréquemment sur un même plan, comme celui des bandes plates, il en rapproche et en réunit mieux les parties, que s'il frappe presque alternativement sur deux plans différens pour faire les barreaux carrés; aussi est-il plus difficile de bien souder du barreau que de la bande : et lorsqu'on veut faire du fer de *tirerie*, qui doit être en barreaux de treize lignes, et d'un fer très-nerveux et assez ductile pour être converti en fil de fer, il faut le travailler plus lentement à l'affinerie, ne le tirer du feu que quand il est presque fondant, et le faire suer sous le marteau le mieux qu'il est possible, afin de lui donner tout le nerf dont il est susceptible sous cette forme carrée, qui est la plus ingrate, mais qui paroît nécessaire ici, parce qu'il faut ensuite tirer de ces barreaux, qu'on coupe environ à quatre pieds, une verge de dix-huit ou vingt pieds par le moyen du martinet, sous lequel on l'allonge après l'avoir échauffée; c'est ce qu'on appelle de la *verge crénelée* : elle est carrée comme le barreau dont elle provient, et porte sur les quatre faces des enfoncemens successifs, qui sont les empreintes profondes de chaque coup de martinet ou petit marteau sous lequel on la travaille. Ce fer doit être de la plus grande ductilité pour passer jusqu'à la plus petite filière; et en même temps il ne faut pas qu'il soit trop doux, mais assez ferme pour ne pas donner trop de déchet. Ce point est assez difficile à saisir : aussi n'y a-t-il en France que deux ou trois forges dont on puisse tirer ces fers pour les fileries.

La bonne fonte est, à la vérité, la base de tout bon fer; mais il arrive souvent que, par de mauvaises pratiques, on gâte ce bon fer. Une de ces mauvaises pratiques, la plus généralement répandue, et qui détruit le plus le nerf et la ténacité du fer, c'est l'usage où sont les ouvriers de presque toutes les forges, de tremper dans l'eau la première portion de la pièce qu'ils viennent de travailler, afin de pouvoir la manier et la reprendre plus promptement. J'ai vu avec quelque surprise la prodigieuse différence qu'occasionne cette trempe, surtout en hiver et lorsque l'eau est froide; non seulement elle rend cassant le meilleur fer, mais même elle en change le grain et en détruit le nerf, au point qu'on n'imagineroit pas que c'est le même fer, si l'on n'en étoit pas convaincu par ses yeux en faisant casser l'autre bout du même barreau, qui, n'ayant point été trempé, conserve son nerf et son grain ordinaire. Cette trempe, en été, fait beaucoup moins de mal, mais en fait toujours un peu; et si l'on veut avoir du fer toujours de la même bonne qualité, il faut absolument proscrire cet usage, ne jamais tremper le fer chaud dans l'eau, et attendre, pour le manier, qu'il se refroidisse à l'air.

Il faut que la fonte soit bien bonne pour produire du fer aussi nerveux, aussi tenace que celui qu'on peut tirer des vieilles ferrailles refondues, non pas en les jetant au fourneau de fusion, mais en les mettant au feu de l'affinerie. Tous les ans on achète pour mes forges une assez grande quantité de ces vieilles ferrailles, dont, avec un peu de soin, l'on fait d'excellent fer. Mais il y a du choix dans ces ferrailles; celles qui proviennent des rognures de la tôle ou des morceaux cassés du fil de fer, qu'on appelle des *riblous*, sont les meilleures de toutes, parce qu'elles sont d'un fer plus pur que les autres; on les achète aussi quelque chose de plus : mais en général ces vieux fers, quoique de qualité médiocre, en produisent de très-bons lorsqu'on sait les traiter. Il ne faut jamais les mêler avec la fonte; si même il s'en trouve quelques morceaux parmi les ferrailles, il faut les séparer : il faut aussi mettre une certaine quantité de crasses dans le foyer, et le feu doit être moins poussé, moins violent que pour le travail du fer en gueuse, sans quoi l'on brûleroit une grande partie de sa ferraille, qui, lorsqu'elle est bien traitée et de bonne qualité, ne donne qu'un cinquième de déchet, et consomme moins de charbon que le fer de la gueuse. Les crasses qui sortent de ces vieux fers, sont en bien moindre quantité, et ne conservent pas, à beaucoup près, autant de particules de fer que les autres. Avec des riblous qu'on renvoie des fileries que fournissent mes forges, et des rognures de tôle cisaillées que je fais fabriquer, j'ai souvent fait du fer qui étoit tout nerf, et dont le déchet n'étoit presque que d'un sixième, tandis que le déchet du fer en gueuse est communément du double,

c'est-à-dire d'un tiers, et souvent de plus d'un tiers, si l'on veut obtenir du fer d'excellente qualité.

M. de Montbeillard, lieutenant-colonel au régiment royal d'artillerie, ayant été chargé, pendant plusieurs années, de l'inspection des manufactures d'armes à Charleville, Maubeuge et Saint-Étienne, a bien voulu me communiquer un Mémoire qu'il a présenté au ministre, et dans lequel il traite de cette fabrication du fer avec de vieilles ferrailles. Il dit, avec grande raison, « que les ferrailles qui ont beaucoup de surface, et celles qui proviennent des vieux fers et clous de chevaux, ou fragmens de petits cylindres, ou carrés tors, ou des anneaux et boucles, toutes pièces qui supposent que le fer qu'on a employé pour les fabriquer étoit souple, liant et susceptible d'être plié, étendu, ou tordu, doivent être préférées et recherchées pour la fabrication des canons de fusil. » On trouve, dans ce même Mémoire de M. de Montbeillard, d'excellentes réflexions sur les moyens de perfectionner les armes à feu, et d'en assurer la résistance par le choix du bon fer et par la manière de le traiter; l'auteur rapporte une très-bonne expérience [1], qui prouve clairement que les vieilles ferrailles et même les écailles ou exfoliations qui se détachent de la surface du fer, et que bien des gens prennent pour des scories, se soudent ensemble de la manière la plus intime, et que par conséquent le fer qui en provient est d'aussi bonne et peut-être de meilleure qualité qu'aucun autre. Mais en même temps il conviendra avec moi, et il observe même, dans la suite de son Mémoire, que cet excellent fer ne doit pas être employé seul, par la raison même qu'il est trop parfait. Et en effet, un fer qui, sortant de la forge, a toute sa perfection, n'est excellent que pour être employé tel qu'il est, ou pour des ouvrages qui ne demandent que des chaudes douces; car toute chaude vive, toute chaleur à blanc, le dénature : j'en ai fait des épreuves plus que réitérées sur des morceaux de toute grosseur. Le petit fer se dénature un peu moins que le gros; mais tous deux perdent la plus grande partie de leur nerf dès la première chaude à blanc; une seconde chaude pareille change et achève de détruire le nerf; elle altère même la qualité du grain, qui, de fin qu'il étoit, devient grossier et brillant comme celui du fer le plus commun : une troisième chaude rend ces grains encore plus gros, et laisse déjà voir entre leurs interstices des parties noires de matière brûlée. Enfin, en continuant de lui donner des chaudes, on arrive au dernier degré de sa décomposition, et on le réduit en une terre morte, qui ne paroît plus contenir de substance métallique, et dont on ne peut faire aucun usage : car cette terre morte n'a pas, comme la plupart des autres chaux métalliques, la propriété de se revivifier par l'application des matières combustibles; elle ne contient guère plus de fer que le mâchefer commun tiré du charbon des végétaux, au lieu que les chaux des autres métaux se revivifient presque en entier, ou du moins en très-grande partie; et cela achève de démontrer que le fer est une matière presque entièrement combustible.

Ce fer que l'on tire, tant de cette terre ou chaux de fer, que du mâchefer provenant du charbon, m'a paru d'une singulière qualité; il est très-magnétique et très-infusible. J'ai trouvé du petit sable noir aussi magnétique, aussi indissoluble, et presque infusible, dans quelques-unes des mines que j'ai fait exploiter. Ce sablon ferrugineux et magnétique se trouve mêlé avec les grains de mine qui ne le sont point du tout, et provient certainement d'une cause tout autre. Le feu a produit ce sablon magnétique, et l'eau, les grains de mine; et lorsque par hasard ils se trouvent mélangés, c'est que le hasard a fait qu'on a brûlé de grands amas de bois, ou qu'on a fait des fourneaux de charbon sur le terrain qui renferme les mines, et que ce sablon ferrugineux, qui n'est que le détriment du mâchefer que l'eau ne peut ni rouiller ni dissoudre, a pénétré, par la filtration des eaux, auprès des lits de mine en grains, qui souvent ne sont qu'à deux ou trois pieds de profondeur. On a vu, dans le mémoire précédent, que ce

1. Qu'on prenne une barre de fer large de deux à trois pouces, épaisse de deux à trois lignes; qu'on la chauffe au rouge, et qu'avec la panne du marteau on y pratique dans sa longueur une cannelure ou cavité; qu'on la plie sur elle-même pour la doubler et corroyer, l'on remplira ensuite la cannelure des écailles ou pailles en question; on lui donnera une chaude douce d'abord en rabattant les bords, pour empêcher qu'elles ne s'échappent, et on battra la barre comme on le pratique pour corroyer le fer, avant de la chauffer au blanc; on la chauffera ensuite blanche et fondante, et la pièce soudera à merveille; on la cassera à froid, et l'on n'y verra rien qui annonce que la soudure n'ait été complète et parfaite, et que les parties du fer ne se soient pas pénétrées réciproquement sans laisser aucun espace vide. J'ai fait cette expérience aisée à répéter, qui doit rassurer sur les pailles, soit qu'elles soient plates ou qu'elles aient la forme d'aiguilles, puisqu'elles ne sont autre chose que du fer, comme la barre avec laquelle on les incorpore, où elles ne forment plus qu'une même masse avec elle.

sablon ferrugineux qui provient du mâchefer des végétaux, ou si l'on veut, du fer brûlé autant qu'il peut l'être, paroît être le même, à tous égards, que celui qui se trouve dans la platine.

Le fer le plus parfait est celui qui n'a presque point de grain, et qui est entièrement d'un nerf de gris cendré. Le fer à nerf noir est encore très-bon, et peut-être est-il préférable au premier pour tous les usages où il faut chauffer plus d'une fois ce métal avant de l'employer. Le fer de la troisième qualité, et qui est moitié nerf et moitié grain, est le fer par excellence pour le commerce, parce qu'on peut le chauffer deux ou trois fois sans le dénaturer. Le fer sans nerf, mais à grain fin, sert aussi pour beaucoup d'usages; mais les fers sans nerf et à gros grain devroient être proscrits, et font le plus grand tort dans la société, parce que malheureusement ils y sont cent fois plus communs que les autres. Il ne faut qu'un coup d'œil à un homme bien exercé pour connoître la bonne et la mauvaise qualité du fer; mais les gens qui le font employer, soit dans leurs bâtimens, soit à leurs équipages, ne s'y connoissent ou n'y regardent pas, et paient souvent comme très-bon du fer que le fardeau fait rompre, ou que la rouille détruit en peu de temps.

Autant les chaudes vives et poussées jusqu'au blanc détériorent le fer, autant les chaudes douces, où l'on ne le rougit que couleur de cerise, semblent l'améliorer. C'est par cette raison que les fers destinés à passer à la fenderie ou à la batterie ne demandent pas à être fabriqués avec autant de soin que ceux qu'on appelle *fers marchands*, qui doivent avoir toute leur qualité. Le fer de tirerie fait une classe à part. Il ne peut être trop pur : s'il contenoit des parties hétérogènes, il deviendroit très-cassant aux dernières filières. Or il n'y a d'autre moyen de le rendre pur que de le faire bien suer, en le chauffant la première fois jusqu'au blanc, et le martelant avec autant de force que de précaution, et ensuite en le faisant encore chauffer à blanc, afin d'achever de le dépurer sous le martinet en l'allongeant pour en faire de la verge crénelée. Mais les fers destinés à être refendus pour en faire de la verge ordinaire, des fers aplatis, des languettes pour la tôle, tous les fers, en un mot, qu'on doit passer sous les cylindres, n'exigent pas le même degré de perfection, parce qu'ils s'améliorent au four de la fenderie, où l'on n'emploie que du bois, et dans lequel tous ces fers ne prennent une chaleur que du second degré, d'un rouge couleur du feu, qui est suffisant pour les amollir, et leur permet de s'aplatir et de s'étendre sous les cylindres, et de se fendre ensuite sous les taillans. Néanmoins, si l'on veut avoir de la verge bien douce, comme celle qui est nécessaire pour les clous à maréchal; si l'on veut des fers aplatis qui aient beaucoup de nerf, comme doivent être ceux qu'on emploie pour les roues, et particulièrement les bandages qu'on fait d'une seule pièce, dans lesquels il faut au moins un tiers de nerf; les fers qu'on livre à la fenderie doivent être de bonne qualité, c'est-à-dire avoir au moins un tiers de nerf; car j'ai observé que le feu doux du four et la forte compression des cylindres rendent, à la vérité, le grain du fer un peu plus fin, et donnent même du nerf à celui qui n'avoit que du grain très-fin, mais ils ne convertissent jamais en nerf le gros grain des fers communs; en sorte qu'avec du mauvais fer à gros grain on pourra faire de la verge et des fers aplatis dont le grain sera moins gros, mais qui seront toujours trop cassans pour être employés aux usages dont je viens de parler.

Il en est de même de la tôle : on ne peut pas employer de trop bonne étoffe pour la faire, et il est bien fâcheux qu'on fasse tout le contraire; car presque toutes nos tôles en France se font avec du fer commun : elles se rompent en les pliant, et se brûlent ou pourrissent en peu de temps; tandis que de la tôle faite, comme celle de Suède ou d'Angleterre, avec du bon fer bien nerveux, se tordra cent fois sans rompre, et durera peut-être vingt fois plus que les autres. On en fait à mes forges de toute grandeur et de toute épaisseur; on en emploie à Paris pour les casseroles et autres pièces de cuisine, qu'on étame, et qu'on a raison de préférer aux casseroles de cuivre. On a fait avec cette même tôle grand nombre de poêles, de chéneaux, de tuyaux, et j'ai, depuis quatre ans, l'expérience mille fois réitérée qu'elle peut durer, comme je viens de le dire, soit au feu, soit à l'air, beaucoup plus que les tôles communes : mais comme elle est un peu plus chère, le débit en est moindre, et l'on n'en demande que pour certains usages particuliers, auxquels les autres tôles ne pourroient être employées. Lorsqu'on est au fait, comme j'y suis, du commerce des fers, on diroit qu'en France on a fait un pacte général de ne se servir que de ce qu'il y a de plus mauvais en ce genre.

Avec du fer nerveux on pourra toujours faire d'excellente tôle, en faisant passer le fer des languettes sous les cylindres de la fenderie. Ceux qui aplatissent ces languettes sous le martinet après les avoir fait chauffer au charbon sont dans un très-mauvais usage : le feu de charbon, poussé par les soufflets, gâte le fer de ces languettes ; celui du four de la fenderie ne fait que le perfectionner. D'ailleurs il en coûte plus de moitié moins pour faire les languettes au cylindre que pour les faire au martinet ; ici l'intérêt s'accorde avec la théorie de l'art : il n'y a donc que l'ignorance qui puisse entretenir cette pratique, qui néanmoins est la plus générale ; car il y a peut-être sur toutes les tôles qui se fabriquent en France plus des trois quarts dont les languettes ont été faites au martinet. Cela ne peut pas être autrement, me dira-t-on ; toutes les batteries n'ont pas à côté d'elles une fenderie et des cylindres montés. Je l'avoue, et c'est ce dont je me plains ; on a tort de permettre ces petits établissements particuliers qui ne subsistent qu'en achetant dans les grosses forges les fers au meilleur marché, c'est-à-dire tous les plus médiocres, pour les fabriquer ensuite en tôle et en petits fers de la plus mauvaise qualité.

Un autre objet fort important sont les fers de charrue : on ne sauroit croire combien la mauvaise qualité du fer dont on les fabrique fait de tort aux laboureurs ; on leur livre inhumainement des fers qui cassent au moindre effort, et qu'ils sont forcés de renouveler presque aussi souvent que leurs cultures : on leur fait payer bien cher du mauvais acier dont on arme la pointe de ces fers encore plus mauvais, et le tout est perdu pour eux au bout d'un an, et souvent en moins de temps ; tandis qu'en employant pour ces fers de charrue, comme pour la tôle, le fer le meilleur et le plus nerveux, on pourroit les garantir pour un usage de vingt ans, et même se dispenser d'en aciérer la pointe ; car j'ai fait faire plusieurs centaines de ces fers de charrue, dont j'ai fait essayer quelques-uns sans acier, et ils se sont trouvés d'une étoffe assez ferme pour résister au labour. J'ai fait la même expérience sur un grand nombre de pioches : c'est la mauvaise qualité de nos fers qui a établi chez les taillandiers l'usage général de mettre de l'acier à ces instrumens de campagne, qui n'en auroient pas besoin s'ils étoient de bon fer fabriqué avec des languettes passées sous les cylindres.

J'avoue qu'il y a de certains usages pour lesquels on pourroit fabriquer du fer aigre ; mais encore ne faut-il pas qu'il soit à trop gros grain ni trop cassant : les clous pour les petites lattes à tuile, les broquettes, et autres petits clous, plient lorsqu'ils sont faits d'un fer trop doux ; mais à l'exception de ce seul emploi, qu'on ne remplira toujours que trop, je ne vois pas qu'on doive se servir de fer aigre. Et si, dans une bonne manufacture, on en veut faire une certaine quantité, rien n'est plus aisé ; il ne faut qu'augmenter d'une mesure ou d'une mesure et demie de mine au fourneau, et mettre à part les gueuses qui en proviendront ; la fonte en sera moins bonne et plus blanche. On les fera forger à part, en ne donnant que deux chaudes à chaque bande, et l'on aura du fer aigre qui se fendra plus aisément que l'autre, et qui donnera de la verge cassante.

Le meilleur fer, c'est-à-dire celui qui a le plus de nerf, et par conséquent le plus de ténacité, peut éprouver cent et deux cents coups de masse sans se rompre ; et comme il faut néanmoins le casser pour les usages de la fenderie et de la batterie, et que cela demanderoit beaucoup de temps, même en s'aidant du ciseau d'acier, il vaut mieux faire couper sous le marteau de la forge les barres encore chaudes à moitié de leur épaisseur : cela n'empêche pas le marteleur de les achever, et épargne beaucoup de temps au fendeur et au platineur. Tout le fer que j'ai fait casser à froid et à grands coups de masse s'échauffe d'autant plus qu'il est plus fortement et plus souvent frappé ; non seulement il s'échauffe au point de brûler très-vivement, mais il s'aimante comme s'il eût été frappé sur un très-bon aimant. M'étant assuré de la constance de cet effet par plusieurs observations successives, je voulus voir si, sans percussion, je pourrois de même produire dans le fer la vertu magnétique. Je fis prendre pour cela une verge de trois lignes de grosseur de mon fer le plus liant, et que je connoissois pour être très-difficile à rompre ; et l'ayant fait plier et replier, par les mains d'un homme fort, sept ou huit fois de suite sans pouvoir la rompre, je trouvai le fer très-chaud au point où on l'avait plié, et il avoit en même temps toute la vertu d'un barreau bien aimanté. J'aurai occasion dans la suite de revenir à ce phénomène, qui tient de très-près à la théorie du magnétisme et de l'électricité, et que je ne rapporte ici que pour démontrer que plus une matière est tenace, c'est-à-dire plus il faut d'efforts

pour la diviser, plus elle est près de produire de la chaleur et tous les autres effets qui en peuvent dépendre, et prouver en même temps que la simple pression, produisant le frottement des parties intérieures, équivaut à l'effet de la plus violente percussion.

On soude tous les jours le fer avec lui-même ou sur lui-même; mais il faut la plus grande précaution pour qu'il ne se trouve pas un peu plus foible aux endroits des soudures; car, pour réunir et souder les deux bouts d'une barre, on les chauffe jusqu'au blanc le plus vif : le fer, dans cet état, est tout prêt à fondre; il n'y arrive pas sans perdre toute sa ténacité, et par conséquent tout son nerf. Il ne peut donc en reprendre, dans toute cette partie qu'on soude, que par la percussion des marteaux, dont deux ou trois ouvriers font succéder les coups le plus vite qu'il leur est possible; mais cette percussion est très-foible et même lente, en comparaison de celle du marteau de la forge, ou même de celle du martinet. Ainsi l'endroit soudé, quelque bonne que soit l'étoffe, n'aura que peu de nerf, et souvent point du tout, si l'on n'a pas bien saisi l'instant où les deux morceaux sont également chauds, et si le mouvement du marteau n'a pas été assez prompt et assez fort pour les bien réunir. Aussi, quand on a des pièces importantes à souder, on fera bien de le faire sous les martinets les plus prompts. La soudure, dans les canons des armes à feu, est une des choses les plus importantes. M. de Montbeillard, dans le Mémoire que j'ai cité ci-dessus, donne de très-bonnes vues sur cet objet, et même des expériences décisives. Je crois avec lui que, comme il faut chauffer à blanc nombre de fois la bande ou *maquette* pour souder le canon dans toute sa longueur, il ne faut pas employer du fer qui seroit au dernier degré de sa perfection, parce qu'il ne pourroit que se détériorer par ces fréquentes chaudes vives; qu'il faut, au contraire, choisir le fer qui, n'étant pas encore aussi épuré qu'il peut l'être, gagnera plutôt de la qualité qu'il n'en perdra par ces nouvelles chaudes. Mais cet article seul demanderoit un grand travail, fait et dirigé par un homme aussi éclairé que M. de Montbeillard; et l'objet en est d'une si grande importance pour la vie des hommes et pour la gloire de l'État, qu'il mérite la plus grande attention.

Le fer se décompose par l'humidité comme par le feu; il attire l'humide de l'air, s'en pénètre et se rouille, c'est-à-dire se convertit en une espèce de terre sans liaison, sans cohérence : cette conversion se fait en assez peu de temps dans les fers qui sont de mauvaise qualité ou mal fabriqués; ceux dont l'étoffe est bonne, et dont les surfaces sont bien lisses ou polies, se défendent plus long-temps : mais tous sont sujets à cette espèce de mal, qui, de la superficie, gagne assez promptement l'intérieur, et détruit avec le temps le corps entier du fer. Dans l'eau il se conserve beaucoup mieux qu'à l'air; et quoiqu'on s'aperçoive de son altération par la couleur noire qu'il y prend après un long séjour, il n'est point dénaturé : il peut être forgé; au lieu que celui qui a été exposé à l'air pendant quelques siècles, et que les ouvriers appellent du *fer luné,* parce qu'ils s'imaginent que la lune le mange, ne peut ni se forger ni servir à rien, à moins qu'on ne le revivifie comme les rouilles et les safrans de mars, ce qui coûte communément plus que le fer ne vaut. C'est en ceci que consiste la différence des deux décompositions du fer. Dans celle qui se fait par le feu, la plus grande partie du fer se brûle et s'exhale en vapeurs comme les autres matières combustibles; il ne reste qu'un mâchefer qui contient, comme celui du bois, une petite quantité de matière très-attirable par l'aimant, qui est bien du vrai fer, mais qui m'a paru d'une nature singulière, et semblable, comme je l'ai dit, au sablon ferrugineux qui se trouve en si grande quantité dans la platine. La décomposition par l'humidité ne diminue pas, à beaucoup près, autant que la combustion, la masse du fer, mais elle en altère toutes les parties au point de leur faire perdre leur vertu magnétique, leur cohérence, et leur couleur métallique. C'est de cette rouille ou terre de fer que sont en grande partie composées les mines en grains : l'eau, après avoir atténué ces particules de rouille et les avoir réduites en molécules sensibles, les charrie et les dépose par filtration dans le sein de la terre, où elles se réunissent en grains par une sorte de cristallisation qui se fait, comme toutes les autres, par l'attraction mutuelle des molécules analogues; et comme cette rouille de fer étoit privée de la vertu magnétique, il n'est pas étonnant que les mines en grains qui en proviennent en soient également dépourvues. Ceci me paroît démontrer d'une manière assez claire, que le magnétisme suppose l'action précédente du feu; que c'est une qualité particulière que le feu donne au fer, et que l'humidité de l'air lui enlève en le décomposant.

Si l'on met dans un vase une grande quantité de limaille de fer pure, qui n'a pas encore pris de rouille, et si on la couvre d'eau, on verra, en la laissant sécher, que cette limaille se réunit par ce seul intermède, au point de faire une masse de fer assez solide pour qu'on ne puisse la casser qu'à coups de masse. Ce n'est donc pas précisément l'eau qui décompose le fer et qui produit la rouille, mais plutôt les sels et les vapeurs sulfureuses de l'air; car on sait que le fer se dissout très-aisément par les acides et par le soufre. En présentant une verge de fer bien rouge à une bille de soufre, le fer coule dans l'instant, et, en le recevant dans l'eau, on obtient des grenailles qui ne sont plus du fer ni même de la fonte; car j'ai éprouvé qu'on ne pouvoit pas les réunir au feu pour les forger; c'est une matière qu'on ne peut comparer qu'à la pyrite martiale, dans laquelle le fer paroît être également décomposé par le soufre; et je crois que c'est par cette raison que l'on trouve presque partout à la surface de la terre, et sous les premiers lits de ses couches extérieures, une assez grande quantité de ces pyrites, dont le grain ressemble à celui du mauvais fer, mais qui n'en contiennent qu'une très-petite quantité, mêlée avec beaucoup d'acide vitriolique et plus ou moins de soufre.

CINQUIÈME MÉMOIRE.

Expériences sur les effets de la chaleur obscure.

Pour reconnoître les effets de la chaleur obscure, c'est-à-dire de la chaleur privée de lumière, de flamme, et du feu libre, autant qu'il est possible, j'ai fait quelques expériences en grand, dont les résultats m'ont paru très-intéressans.

PREMIÈRE EXPÉRIENCE.

On a commencé, sur la fin d'août 1772, à mettre des braises ardentes dans le creuset du grand fourneau qui sert à fondre la mine de fer pour couler en gueuses; ces braises ont achevé de sécher les mortiers, qui étoient faits de glaise mêlée par égale portion avec du sable vitrescible. Le fourneau avoit vingt-trois pieds de hauteur. On a jeté par le gueulard (c'est ainsi qu'on appelle l'ouverture supérieure du fourneau) les charbons ardens que l'on tiroit des petits fourneaux d'expériences; on a mis successivement une assez grande quantité de ces braises pour remplir le bas du fourneau jusqu'à la cuve (c'est ainsi qu'on appelle l'endroit de la plus grande capacité du fourneau); ce qui, dans celui-ci, montoit à sept pieds deux pouces de hauteur perpendiculaire depuis le fond du creuset. Par ce moyen, on a commencé de donner au fourneau une chaleur modérée qui ne s'est pas fait sentir dans la partie la plus élevée.

Le 10 septembre on a vidé toutes ces braises réduites en cendres, par l'ouverture du creuset; et lorsqu'il a été bien nettoyé, on y a mis quelques charbons ardens, et d'autres charbons par dessus, jusqu'à la quantité de six cents livres pesant; ensuite on a laissé prendre le feu; et le lendemain; 11 septembre, on a achevé de remplir le fourneau avec quatre mille huit cents livres de charbon. Ainsi il contient en tout cinq mille quatre cents livres de charbon, qui y ont été portées en cent trente-cinq corbeilles, de quarante livres chacune, tare faite.

On a laissé pendant ce temps l'entrée du creuset ouverte, et celle de la tuyère bien bouchée, pour empêcher le feu de se communiquer aux soufflets. La première impression de la grande chaleur produite par le long séjour des braises ardentes et par cette première combustion du charbon, s'est marquée par une petite fente qui s'est faite dans la pierre du fond à l'entrée du creuset, et par une autre fente qui s'est faite dans la pierre de la tympe. Le charbon néanmoins, quoique fort allumé dans le bas, ne l'étoit encore qu'à une très-petite hauteur, et le fourneau ne donnoit au gueulard qu'assez peu de fumée, ce même jour 11 septembre, à six heures du soir; car cette ouverture supérieure n'étoit pas bouchée, non plus que l'ouverture du creuset.

A neuf heures du soir du même jour, la flamme a percé jusqu'au dessus du fourneau; et comme elle est devenue très-vive

en peu de temps, on a bouché l'ouverture du creuset à dix heures du soir. La flamme, quoique fort ralentie par cette suppression du courant de l'air, s'est soutenue pendant la nuit et le jour suivant; en sorte que le lendemain 13 septembre, vers les quatre heures du soir, le charbon avoit baissé d'un peu plus de quatre pieds. On a rempli ce vide, à cette même heure, avec onze corbeilles de charbon, pesant ensemble quatre cent quarante livres. Ainsi le fourneau a été chargé en tout de cinq mille huit cent quarante livres de charbon.

Ensuite on a bouché l'ouverture supérieure du fourneau avec un large couvercle de forte tôle, garni tout autour avec du mortier de glaise et sable mêlé de poudre de charbon, et chargé d'un pied d'épaisseur de cette poudre de charbon mouillée. Pendant que l'on bouchoit, on a remarqué que la flamme ne laissoit pas de retentir assez fortement dans l'intérieur du fourneau; mais en moins d'une minute la flamme a cessé de retentir, et l'on n'entendoit plus aucun bruit ni murmure; en sorte qu'on auroit pu penser que l'air n'ayant point d'accès dans la cavité du fourneau, le feu y étoit entièrement étouffé.

On a laissé le fourneau ainsi bouché partout tant au dessus qu'au dessous, depuis le 13 septembre jusqu'au 28 du même mois, c'est-à-dire pendant quinze jours. J'ai remarqué pendant ce temps que, quoiqu'il n'y eût point de flamme dans le fourneau, ni même de feu lumineux, la chaleur ne laissoit pas d'augmenter et de se communiquer autour de la cavité du fourneau.

Le 28 septembre, à dix heures du matin, on a débouché l'ouverture supérieure du fourneau avec précaution, dans la crainte d'être suffoqué par la vapeur du charbon. J'ai remarqué, avant de l'ouvrir, que la chaleur avoit gagné jusqu'à quatre pieds et demi dans l'épaisseur du massif qui forme la tour du fourneau. Cette chaleur n'étoit pas fort grande aux environs de la *bure* (c'est ainsi qu'on appelle la partie supérieure du fourneau qui s'élève au dessus de son terre-plein): mais à mesure qu'on approchoit de la cavité, les pierres étoient déjà si fort échauffées, qu'il n'étoit pas possible de les toucher un instant; les mortiers, dans les joints des pierres, étoient en partie brûlés, et il paroissoit que la chaleur étoit beaucoup plus grande encore dans le bas du fourneau; car les pierres du dessus de la tympe et de la tuyère étoient excessivement chaudes dans toute leur épaisseur jusqu'à quatre ou cinq pieds.

Au moment qu'on a débouché le gueulard du fourneau, il en est sorti une vapeur suffocante dont il a fallu s'éloigner, et qui n'a pas laissé de faire mal à la tête à la plupart des assistans. Lorsque cette vapeur a été dissipée, on a mesuré de combien le charbon enfermé et privé d'air courant pendant quinze jours avoit diminué, et l'on a trouvé qu'il avoit baissé de quatorze pieds cinq pouces de hauteur; en sorte que le fourneau étoit vide dans toute sa partie supérieure jusqu'auprès de la cuve.

Ensuite j'ai observé la surface de ce charbon, et j'y ai vu une petite flamme qui venoit de naître; il étoit absolument noir et sans flamme auparavant. En moins d'une heure cette petite flamme bleuâtre est devenue rouge dans le centre, et s'élevoit alors d'environ deux pieds au dessus du charbon.

Une heure après avoir débouché le gueulard, j'ai fait déboucher l'entrée du creuset. La première chose qui s'est présentée à cette ouverture n'a pas été du feu, comme on auroit pu le présumer, mais des scories provenant du charbon, et qui ressembloient à du mâchefer léger. Ce mâchefer étoit en assez grande quantité, et remplissoit tout l'intérieur du creuset, depuis la tympe à la rustine; et ce qu'il y a de singulier, c'est que, quoiqu'il ne se fût formé que par une grande chaleur, il avoit intercepté cette même chaleur au dessus du creuset, en sorte que les parties de ce mâchefer qui étoient au fond n'étoient, pour ainsi dire, que tièdes; néanmoins elles s'étoient attachées au fond et aux parois du creuset, et elles en avoient réduit en chaux quelques portions jusqu'à plus de trois ou quatre pouces de profondeur.

J'ai fait tirer ce mâchefer et l'ai fait mettre à part pour l'examiner; on a aussi tiré la chaux du creuset et des environs, qui étoit en assez grande quantité. Cette calcination, qui s'est faite par ce feu sans flamme, m'a paru provenir en partie de l'action de ces scories du charbon. J'ai pensé que ce feu sourd et sans flamme étoit trop sec; et je crois que si j'avois mêlé quelque portion de laitier ou de terre vitrescible avec le charbon, cette terre auroit servi d'aliment à la chaleur, et auroit rendu des matières fondantes qui auroient préservé de la calcination la surface de l'ouvrage du fourneau.

Quoi qu'il en soit, il résulte de cette expérience que la chaleur seule, c'est-à-dire la chaleur obscure, renfermée, et privée d'air autant qu'il est possible, produit néan-

moins, avec le temps, des effets semblables à ceux du feu le plus actif et le plus lumineux. On sait qu'il doit être violent pour calciner la pierre. Ici, c'étoit de toutes les pierres calcaires la moins calcinable, c'est-à-dire la plus résistante au feu, que j'avois choisie pour faire construire l'ouvrage et la cheminée de mon fourneau: toute cette pierre d'ailleurs avoit été taillée et posée avec soin; les plus petits quartiers avoient un pied d'épaisseur, un pied et demi de largeur, sur trois et quatre pieds de longueur; et dans ce gros volume, la pierre est encore bien plus difficile à calciner que quand elle est réduite en moellons. Cependant cette seule chaleur a non seulement calciné ces pierres à près d'un demi-pied de profondeur dans la partie la plus étroite et la plus froide du fourneau, mais encore a brûlé en même temps les mortiers faits de glaise et de sable sans les faire fondre; ce que j'aurois mieux aimé, parce qu'alors les joints de la bâtisse du fourneau se seroient conservés pleins, au lieu que la chaleur, ayant suivi la route de ces joints, a encore calciné les pierres sur toutes les faces des joints. Mais, pour faire mieux entendre les effets de cette chaleur obscure et concentrée, je dois observer:

1° Que le massif du fourneau étant de vingt-huit pieds d'épaisseur de deux faces, et de vingt-quatre pieds d'épaisseur des deux autres faces, et la cavité où étoit contenu le charbon n'ayant que six pieds dans sa plus grande largeur, les murs pleins qui environnent cette cavité avoient neuf pieds d'épaisseur de maçonnerie à chaux et sable aux parties les moins épaisses; que par conséquent on ne peut pas supposer qu'il ait passé de l'air à travers ces murs de neuf pieds; 2° que cette cavité qui contenoit le charbon, ayant été bouchée en bas, à l'endroit de la coulée, avec un mortier de glaise mêlé de sable d'un pied d'épaisseur, et à la tuyère qui n'a que quelques pouces d'ouverture, avec ce même mortier dont on se sert pour tous les bouchages, il n'est pas à présumer qu'il ait pu entrer de l'air par ces deux ouvertures; 3° que le gueulard du fourneau ayant de même été fermé avec une plaque de forte tôle lutée et recouverte avec le même mortier, sur environ six pouces d'épaisseur, et encore environnée et surmontée de poussière de charbon mêlée avec ce mortier, sur six autres pouces de hauteur, tout accès à l'air par cette dernière ouverture étoit interdit. On peut donc assurer qu'il n'y avoit point d'air circulant dans toute cette cavité, dont la capacité étoit de trois cent trente pieds cubes, et que l'ayant remplie de cinq mille quatre cents livres de charbon, le feu étouffé dans cette cavité n'a pu se nourrir que de la petite quantité d'air contenue dans les intervalles que laissoient entre eux les morceaux de charbon; et comme cette matière jetée l'une sur l'autre laisse de très-grands vides, supposons moitié ou même trois quarts, il n'y a donc eu dans cette cavité que cent soixante-cinq ou tout au plus deux cent quarante-huit pieds cubes d'air. Or, le feu du fourneau excité par les soufflets, consomme cette quantité d'air en moins d'une demi-minute, et cependant il sembleroit qu'elle a suffi pour entretenir pendant quinze jours la chaleur, et l'augmenter à peu près au même point que celle du feu libre, puisqu'elle a produit la calcination des pierres à quatre pouces de profondeur dans le bas, et à plus de deux pieds de profondeur dans le milieu et dans toute l'étendue du fourneau, ainsi que nous le dirons tout à l'heure. Comme cela me paroissoit assez inconcevable, j'ai d'abord pensé qu'il falloit ajouter à ces deux cent quarante-huit pieds cubes d'air contenus dans la cavité du fourneau toute la vapeur de l'humidité des murs, que la chaleur concentrée n'a pu manqué d'attirer, et de laquelle il n'est guère possible de faire une juste estimation. Ce sont là les seuls aliments, soit en air, soit en vapeurs aqueuses, que cette très-grande chaleur a consommés pendant quinze jours; car il ne se dégage que peu ou point d'air du charbon dans sa combustion, quoiqu'il s'en dégage plus d'un tiers du poids total du bois de chêne bien séché. Cet air fixe contenu dans le bois en est chassé par la première opération du feu qui le convertit en charbon; et s'il en reste, ce n'est qu'en si petite quantité, qu'on ne peut pas la regarder comme le supplément de l'air qui manquoit ici à l'entretien du feu. Ainsi cette chaleur très-grande, et qui s'est augmentée au point de calciner profondément les pierres, n'a été entretenue que par deux cent quarante-huit pieds cubes d'air et par les vapeurs de l'humidité des murs; et quand nous supposerions le produit successif de cette humidité cent fois plus considérable que le volume d'air contenu dans la cavité du fourneau, cela ne feroit toujours que vingt-quatre mille huit cents pieds cubes de vapeurs propres à entretenir la combustion; quantité que le feu libre et animé par les soufflets consommeroit en moins de trente

minutes, tandis que la chaleur sourde ne la consomme qu'en quinze jours.

Et ce qu'il est nécessaire d'observer encore, c'est que le même feu libre et animé auroit consumé en onze ou douze heures les trois mille six cents livres de charbon que la chaleur obscure n'a consommées qu'en quinze jours : elle n'a donc eu que la trentième partie de l'aliment du feu libre, puisqu'il y a eu trente fois autant de temps employé à la consommation de la matière combustible; et en même temps il y a eu environ sept cent vingt fois moins d'air ou de vapeurs employés à cette combustion. Néanmoins les effets de cette chaleur obscure ont été les mêmes que ceux du feu libre; car il auroit fallu quinze jours de ce feu violent et animé pour calciner les pierres au même degré qu'elles l'ont été par la chaleur seule : ce qui nous démontre, d'une part, l'immense déperdition de la chaleur lorsqu'elle s'exhale avec les vapeurs et la flamme, et d'autre part, les grands effets qu'on peut attendre de sa concentration, ou, pour mieux dire, de sa coercition, de sa détention; car cette chaleur retenue et concentrée ayant produit les mêmes effets que le feu libre et violent, avec trente fois moins de matière combustible et sept cent vingt fois moins d'air, et étant supposée en raison composée de ces deux aliments, on doit en conclure que, dans nos grands fourneaux à fondre les mines de fer, il se perd vingt-un mille fois plus de chaleur qu'il ne s'en applique, soit à la mine, soit aux parois du fourneau, en sorte qu'on imagineroit que les fourneaux de réverbère, où la chaleur est plus concentrée, devroient produire le feu le plus puissant. Cependant j'ai acquis la preuve du contraire, nos mines de fer ne s'étant pas même agglutinées par le feu de réverbère de la glacerie de Rouelles en Bourgogne, tandis qu'elles fondent en moins de douze heures au feu de mes fourneaux à soufflets. Cette différence tient au principe que j'ai donné : le feu, par sa vitesse ou par son volume, produit des effets tout différents sur certaines substances telles que la mine de fer, tandis que, sur d'autres substances telles que la pierre calcaire, il peut en produire de semblables. La fusion est en général une opération prompte, qui doit avoir plus de rapport avec la vitesse du feu que la calcination, qui est presque toujours lente, et qui doit dans bien des cas avoir plus de rapport au volume du feu, ou à son long séjour, qu'à sa vitesse. On verra, par l'expérience suivante, que cette même chaleur retenue et concentrée n'a fait aucun effet sur la mine de fer.

DEUXIÈME EXPÉRIENCE.

Dans ce même fourneau de vingt-trois pieds de hauteur, après avoir fondu de la mine de fer pendant environ quatre mois, je fis couler les dernières gueuses en remplissant toujours avec du charbon, mais sans mine, afin d'en tirer toute la matière fondue; et quand je me fus assuré qu'il n'en restoit plus, je fis cesser le vent, boucher exactement l'ouverture de la tuyère et celle de la coulée, qu'on maçonna avec de la brique et du mortier de glaise mêlé de sable. Ensuite, je fis porter sur le charbon autant de mine qu'il pouvoit en entrer dans le vide qui étoit au dessus du fourneau : il y en entra cette première fois vingt-sept mesures de soixante livres, c'est-à-dire seize cent vingt livres, pour affleurer le niveau du gueulard; après quoi je fis boucher cette ouverture avec la même plaque de forte tôle et du mortier de glaise et de sable, et encore de la poudre de charbon en grande quantité. On imagine bien quelle immense chaleur je renfermois ainsi dans le fourneau : tout le charbon en étoit allumé du haut en bas lorsque je fis cesser le vent; toutes les pierres des parois étoient rouges du feu qui les pénétroit depuis quatre mois. Toute cette chaleur ne pouvoit s'exhaler que par deux petites fentes qui s'étoient faites au mur du fourneau, et que je fis remplir de bon mortier, afin de lui ôter encore ces issues. Trois jours après, je fis déboucher le gueulard, et je vis avec quelque surprise, que, malgré cette chaleur immense renfermée dans le fourneau, le charbon ardent, quoique comprimé par la mine et chargé de seize cent vingt livres, n'avoit baissé que de seize pouces en trois jours ou soixante-douze heures. Je fis sur-le-champ remplir ces seize pouces de vide avec vingt-cinq mesures de mine, pesant ensemble quinze cents livres. Trois jours après, je fis déboucher cette même ouverture du gueulard, et je trouvai le même vide de seize pouces, et par conséquent la même diminution, ou, si l'on veut, le même affaissement du charbon : je fis remplir de même avec quinze cents livres de mine; ainsi il y en avoit déjà quatre mille six cent vingt livres sur le charbon, qui étoit tout embrasé lorsqu'on avoit commencé de fermer le fourneau. Six jours après, je fis déboucher le gueulard pour la troisième fois,

et je trouvai que, pendant ces six jours, le charbon n'avoit baissé que de vingt pouces, que l'on remplit avec dix-huit cent soixante livres de mine. Enfin, neuf jours après, on deboucha pour la quatrième fois, et je vis que, pendant ces neuf derniers jours, le charbon n'avoit baissé que de vingt-un pouces, que je fis remplir de dix-neuf cent vingt livres de mine; ainsi il y en avoit en tout huit mille quatre cents livres. On referma le gueulard avec les mêmes précautions; et le lendemain, c'est-à-dire vingt-deux jours après avoir bouché pour la première fois, je fis rompre la petite maçonnerie de briques qui bouchoit l'ouverture de la coulée, en laissant toujours fermée celle du gueulard, afin d'eviter le courant d'air qui auroit enflammé le charbon. La première chose que l'on tira par l'ouverture de la coulée furent des morceaux réduits en chaux dans l'ouvrage du fourneau : on y trouva aussi quelques petits morceaux de mâchefer, quelques autres d'une fonte mal dirigée, et environ une livre et demie de très-bon fer qui s'étoit formé par coagulation. On tira près d'un tombereau de toutes ces matières, parmi lesquelles il y avoit aussi quelques morceaux de mine brûlée et presque réduite en mauvais laitier : cette mine brûlée ne provenoit pas de celle que j'avois fait imposer sur les charbons après avoir fait cesser le vent, mais de celle qu'on y avoit jetée sur la fin du fondage, qui s'étoit attachée aux parois du fourneau, et qui ensuite étoit tombée dans le creuset avec les parties de pierres calcinées auxquelles elle étoit unie.

Après avoir tiré ces matières, on fit tomber le charbon : le premier qui parut étoit à peine rouge; mais dès qu'il eut de l'air, il devint très-rouge : on ne perdit pas un instant à le tirer, et on l'éteignoit en même temps en jetant de l'eau dessus. Le gueulard étant toujours bien fermé, on tira tout le charbon par l'ouverture de la coulée, et aussi toute la mine dont je l'avois fait charger. La quantité de ce charbon tiré du fourneau montoit à cent quinze corbeilles; en sorte que, pendant ces vingt-deux jours d'une chaleur si violente, il paroissoit qu'il ne s'en étoit consommé que dix-sept corbeilles, car toute la capacité du fourneau n'en contient que cent trente-cinq; et comme il y avoit seize pouces et demi de vide lorsqu'on le boucha, il faut déduire deux corbeilles qui auroient été nécessaires pour remplir ce vide.

Étonné de cette excessivement petite consommation du charbon pendant vingt-deux jours de l'action de la plus violente chaleur qu'on eût jamais enfermée, je regardai ces charbons de plus près, et je vis que, quoiqu'ils eussent aussi peu perdu sur leur volume, ils avoient beaucoup perdu sur leur masse, et que, quoique l'eau avec laquelle on les avoit éteints leur eût rendu du poids, ils étoient encore d'environ un tiers plus légers que quand on les avoit jetés au fourneau; cependant les ayant fait transporter aux petites chaufferies des martinets et de la batterie, ils se trouvèrent encore assez bons pour chauffer, même à blanc, les petites barres de fer qu'on fait passer sous ces marteaux.

On avoit tiré la mine en même temps que le charbon, et on l'avoit soigneusement séparée et mise à part : la très-violente chaleur qu'elle avoit essuyée pendant un si long temps ne l'avoit ni fondue, ni brûlée, ni même agglutinée; le grain en étoit seulement devenu plus propre et plus luisant : le sable vitrescible et les petits cailloux dont elle étoit mêlée ne s'étoient point fondus, et il me parut qu'elle n'avoit perdu que l'humidité qu'elle contenoit auparavant, car elle n'avoit guère diminué que d'un cinquième en poids et d'environ un vingtième en volume, et cette dernière quantité s'étoit perdue dans les charbons.

Il résulte de cette expérience, 1° que la plus violente chaleur et la plus concentrée pendant un très-long temps ne peut, sans le secours et le renouvellement de l'air, fondre la mine de fer, ni même le sable vitrescible, tandis qu'une chaleur de même espèce et beaucoup moindre peut calciner toutes les matières calcaires; 2° que le charbon pénétré de chaleur ou de feu commence à diminuer de masse long-temps avant de diminuer de volume, et que ce qu'il perd le premier sont les parties les plus combustibles qu'il contient; car, en comparant cette seconde expérience avec la première, comment se pourroit-il que la même quantité de charbon se consomme plus vite avec une chaleur très-médiocre qu'à une chaleur de la dernière violence, toutes deux également privées d'air, également retenues et concentrées dans le même vaisseau clos? Dans la première expérience, le charbon, qui, dans une cavité presque froide, n'avoit éprouvé que la légère impression d'un feu qu'on avoit étouffé au moment que la flamme s'étoit montrée, avoit néanmoins diminué des deux tiers en quinze jours, tandis que le même charbon enflammé autant qu'il pouvoit l'être par le vent des soufflets, et recevant encore

la chaleur immense des pierres rouges de feu dont il étoit environné, n'a pas diminué d'un sixième pendant vingt-deux jours. Cela seroit inexplicable si l'on ne faisoit pas attention que, dans le premier cas, le charbon avoit toute sa densité et contenoit toutes ses parties combustibles, au lieu que, dans le second cas, où il étoit dans l'état de la plus forte incandescence, toutes ses parties les plus combustibles étoient déjà brûlées. Dans la première expérience, la chaleur, d'abord très-médiocre, alloit toujours en augmentant, à mesure que la combustion augmentoit et se communiquoit de plus en plus à la masse du charbon : dans la seconde expérience, la chaleur excessive alloit en diminuant à mesure que le charbon achevoit de brûler ; et il ne pouvoit plus donner autant de chaleur, parce que sa combustion étoit fort avancée au moment qu'on l'avoit enfermé. C'est là la vraie cause de cette différence d'effets. Le charbon, dans la première expérience, contenant toutes ses parties combustibles, brûloit mieux et se consumoit plus vite que celui de la seconde expérience qui ne contenoit presque plus de matière combustible, et ne pouvoit augmenter son feu ni même l'entretenir au même degré que par l'emprunt de celui des murs du fourneau : c'est par cette seule raison que la combustion allait toujours en diminuant, et qu'au total elle a été beaucoup moindre et plus lente que l'autre, qui alloit toujours en augmentant, et qui s'est faite en moins de temps. Lorsque tout accès est fermé à l'air, et que les matières renfermées n'en contiennent que peu ou point dans leur substance, elles ne se consumeront pas, quelque violente que soit la chaleur; mais s'il reste une certaine quantité d'air entre les interstices de la matière combustible, elle se consumera d'autant plus vite et d'autant plus qu'elle pourra fournir elle-même une plus grande quantité d'air. 3° Il résulte encore de ces expériences, que la chaleur la plus violente, dès qu'elle n'est pas nourrie, produit moins d'effet que la plus petite chaleur qui trouve de l'aliment : la première est, pour ainsi dire, une chaleur morte qui ne se fait sentir que par sa déperdition ; l'autre est un feu vivant qui s'accroit à proportion des alimens qu'il consume. Pour reconnoître ce que cette chaleur morte, c'est-à-dire cette chaleur dénuée de tout aliment, pouvoit produire, j'ai fait l'expérience suivante :

TROISIÈME EXPÉRIENCE.

Après avoir tiré du fourneau, par l'ouverture de la coulée, tout le charbon qui y étoit contenu, et l'avoir entièrement vidé de mine et de toute autre matière, je fis maçonner de nouveau cette ouverture et boucher avec le plus grand soin celle du gueulard en haut, toutes les pierres des parois du fourneau étant encore excessivement chaudes : l'air ne pouvoit donc entrer dans le fourneau pour le rafraîchir, et la chaleur ne pouvoit en sortir qu'à travers des murs de plus de neuf pieds d'épaisseur ; d'ailleurs il n'y avoit dans sa cavité, qui étoit absolument vide, aucune matière combustible, ni même aucune autre matière. Observant donc ce qui arriveroit, je m'aperçus que tout l'effet de la chaleur se portoit en haut, et que, quoique cette chaleur ne fût pas du feu vivant ou nourri par aucune matière combustible, elle fit rougir en peu de temps la forte plaque de tôle qui couvroit le gueulard ; que cette incandescence donnée par la chaleur obscure à cette large pièce de fer se communiqua par le contact à toute la masse de poudre de charbon qui recouvroit les mortiers de cette plaque, et enflamma du bois que je fis mettre dessus. Ainsi la seule évaporation de cette chaleur obscure et morte, qui ne pouvoit sortir que des pierres du fourneau, produisit ici le même effet que le feu vif et nourri. Cette chaleur tendant toujours en haut et se réunissant toute à l'ouverture du gueulard au dessous de la plaque de fer, la rendit rouge, lumineuse et capable d'enflammer des matières combustibles : d'où l'on doit conclure qu'en augmentant la masse de la chaleur obscure on peut produire de la lumière, de la même manière qu'en augmentant la masse de la lumière on produit de la chaleur ; que dès lors ces deux substances sont réciproquement convertibles de l'une en l'autre, et toutes deux nécessaires à l'élément du feu.

Lorsqu'on enleva cette plaque de fer qui couvroit l'ouverture supérieure du fourneau, et que la chaleur avoit fait rougir, il en sortit une vapeur légère et qui parut enflammée, mais qui se dissipa dans un instant : j'observai alors les pierres des parois du fourneau, elles me parurent calcinées en très-grande partie et très-profondément : et en effet, ayant laissé refroidir le fourneau pendant dix jours, elles se sont trouvées calcinées jusqu'à deux pieds, et même deux pieds et demi de profondeur ; ce qui ne pouvoit provenir que de la chaleur que j'y avois renfermée pour faire mes expériences, attendu que, dans les autres fondages, le feu animé par les soufflets n'avoit jamais calciné

les mêmes pierres à plus de huit pouces d'épaisseur dans les endroits où il est le plus vif et seulement à deux ou trois pouces dans tout le reste; au lieu que toutes les pierres depuis le creuset jusqu'au terre-plein du fourneau, ce qui fait une hauteur de vingt pieds, étoient généralement réduites en chaux d'un pied et demi, de deux pieds, et même de deux pieds et demi d'épaisseur: comme cette chaleur renfermée n'avoit pu trouver d'issue, elle avoit pénétré les pierres bien plus profondément que la chaleur courante.

On pourroit tirer de cette expérience les moyens de cuire la pierre et de faire la chaux à moindres frais, c'est-à-dire de diminuer de beaucoup la quantité de bois en se servant d'un fourneau bien fermé au lieu de fourneaux ouverts; il ne faudroit qu'une petite quantité de charbon pour convertir en chaux, dans moins de quinze jours, toutes les pierres contenues dans le fourneau, et les murs mêmes du fourneau à plus d'un pied d'épaisseur, s'il étoit bien exactement fermé.

Dès que le fourneau fut assez refroidi pour permettre aux ouvriers d'y travailler, on fut obligé d'en démolir tout l'intérieur du haut en bas, sur une épaisseur circulaire de quatre pieds; on en tira cinquante-quatre muids de chaux, sur laquelle je fis les observations suivantes: 1° Toute cette pierre, dont la calcination s'étoit faite à feu lent et concentré, n'étoit pas devenue aussi légère que la pierre calcinée à la manière ordinaire; celle-ci, comme je l'ai dit, perd à très-peu près la moitié de son poids, et celle de mon fourneau n'en avoit perdu qu'environ trois huitièmes. 2° Elle ne saisit pas l'eau avec la même avidité que la chaux vive ordinaire: lorsqu'on l'y plonge, elle ne donne d'abord aucun signe de chaleur et d'ébullition; mais peu après elle se gonfle, se divise et s'élève, en sorte qu'on n'a pas besoin de la remuer comme on remue la chaux vive ordinaire pour l'éteindre. 3° Cette chaux a une saveur beaucoup plus âcre que la chaux commune; elle contient par conséquent beaucoup plus d'alcali fixe. 4° Elle est infiniment meilleure, plus liante et plus forte que l'autre chaux, et tous les ouvriers n'en emploient qu'environ les deux tiers de l'autre, et assurent que le mortier est encore excellent. 5° Cette chaux ne s'éteint à l'air qu'après un temps très-long, tandis qu'il ne faut qu'un jour ou deux pour réduire la chaux vive commune en poudre à l'air libre; celle-ci résiste à l'impression de l'air pendant un mois ou cinq semaines. 6° Au lieu de se réduire en farine ou en poussière sèche comme la chaux commune, elle conserve son volume; et lorsqu'on la divise en l'écrasant, toute la masse paroît ductile et pénétrée d'une humidité grasse et liante, qui ne peut provenir que de l'humide de l'air que la pierre a puissamment attiré et absorbé pendant les cinq semaines de temps employées à son extinction. Au reste, la chaux que l'on tire communément des fourneaux de forge a toutes ces mêmes propriétés: ainsi la chaleur obscure et lente produit encore ici les mêmes effets que le feu le plus vif et le plus violent.

Il sortit de cette démolition de l'intérieur du fourneau deux cent trente-deux quartiers de pierres de taille, tous calcinés plus ou moins profondément; ces quartiers avoient communément quatre pieds de longueur; la plupart étoient en chaux jusqu'à dix-huit pouces, et les autres à deux pieds, et même deux pieds et demi; et cette portion calcinée se séparoit aisément du reste de la pierre, qui étoit saine et même plus dure que quand on l'avoit posée pour bâtir le fourneau. Cette observation m'engagea à faire les expériences suivantes:

QUATRIÈME EXPÉRIENCE.

Je fis peser dans l'air et dans l'eau trois morceaux de ces pierres, qui, comme l'on voit, avoient subi la plus grande chaleur qu'elles pussent éprouver sans se réduire en chaux, et j'en comparai la pesanteur spécifique avec celle de trois autres morceaux à peu près du même volume, que j'avois fait prendre dans d'autres quartiers de cette même pierre qui n'avoient point été employés à la construction du fourneau, ni par conséquent chauffés, mais qui avoient été tirés de la même carrière neuf mois auparavant, et qui étoient restés à l'exposition du soleil et de l'air. Je trouvai que la pesanteur spécifique des pierres échauffées à ce grand feu pendant cinq mois avoit augmenté; qu'elle étoit constamment plus grande que celle de la même pierre non échauffée, d'un 81e sur le premier morceau, d'un 90e sur le second et d'un 85e sur le troisième: donc la pierre chauffée au degré voisin de celui de sa calcination gagne au moins un 86e de masse, au lieu qu'elle en perd trois huitièmes par la calcination, qui ne suppose qu'un degré de chaleur de plus. Cette différence ne peut venir que de ce qu'à un certain degré de violente chaleur ou de feu tout l'air et toute l'eau transformés en matière fixe

dans la pierre reprennent leur première nature, leur élasticité, leur volatilité, et que dès lors ils se dégagent de la pierre et s'élèvent en vapeurs que le feu enlève et entraîne avec lui : nouvelle preuve que la pierre calcaire est en très-grande partie composée d'air fixe et d'eau fixe saisis et transformés en matière solide par le filtre animal.

Après ces expériences, j'en fis d'autres sur cette même pierre échauffée à un moindre degré de chaleur, mais pendant un temps aussi long ; je fis détacher pour cela trois morceaux des parois extérieures de la lunette de la tuyère, dans un endroit où la chaleur étoit à peu près de 95 degrés, parce que le soufre appliqué contre la muraille s'y ramollissoit et commençoit à fondre, et que ce degré de chaleur est à très-peu près celui auquel le soufre entre en fusion. Je trouvai, par trois épreuves semblables aux précédentes, que cette même pierre chauffée à ce degré pendant cinq mois avoit augmenté en pesanteur spécifique d'un 65e, c'est-à-dire de presque un quart de plus que celle qui avoit éprouvé le degré de chaleur voisin de celui de la calcination, et je conclus, de cette différence, que l'effet de la calcination commençoit à se préparer dans la pierre qui avoit subi le plus grand feu, au lieu que celle qui n'avoit éprouvé qu'une moindre chaleur avoit conservé toutes les parties fixes qu'elle y avoit déposées.

Pour me satisfaire pleinement sur ce sujet, et reconnoître si toutes les pierres calcaires augmentent en pesanteur spécifique par une chaleur constamment et long-temps appliquée, je fis six nouvelles épreuves sur deux autres espèces de pierres. Celle dont étoit construit l'intérieur de mon fourneau, et qui a servi aux expériences précédentes, s'appelle dans le pays *pierre à feu*, parce qu'elle résiste plus à l'action du feu que toutes les autres pierres calcaires. Sa substance est composée de petits graviers calcaires liés ensemble par un ciment pierreux qui n'est pas fort dur, et qui laisse quelques interstices vides; sa pesanteur est néanmoins plus grande que celle des autres pierres calcaires d'environ un 20e. En ayant éprouvé plusieurs morceaux au feu de mes chaufferies, il a fallu pour les calciner plus du double du temps que celui qu'il falloit pour réduire en chaux les autres pierres; on peut donc être assuré que les expériences précédentes ont été faites sur la pierre calcaire la plus résistante au feu. Les pierres auxquelles je vais la comparer étoient aussi de très-bonnes pierres calcaires dont on fait la plus belle taille pour les bâtimens : l'une a le grain fin et presque aussi serré que celui du marbre, l'autre a le grain un peu plus gros : mais toutes deux sont compactes et pleines ; toutes deux font de l'excellente chaux grise, plus liante et plus forte que la chaux commune, qui est plus blanche.

En pesant dans l'air et dans l'eau trois morceaux chauffés et trois autres non chauffés de cette première pierre dont le grain étoit le plus fin, j'ai trouvé qu'elle avoit gagné un 56e en pesanteur spécifique, par l'application constante, pendant cinq mois, d'une chaleur d'environ 90 degrés ; ce que j'ai reconnu, parce qu'elle étoit voisine de celle dont j'avois fait casser les morceaux dans la voûte extérieure du fourneau, et que le soufre ne fondoit plus contre ses parois : en ayant donc fait enlever trois morceaux encore chauds pour les peser et les comparer avec d'autres morceaux de la même pierre qui étoient restés exposés à l'air libre, j'ai vu que l'un des morceaux avoit augmenté d'un 60e, le second d'un 62e, le troisième d'un 56e. Ainsi cette pierre à grain très-fin a augmenté en pesanteur spécifique de près d'un tiers de plus que la pierre à feu chauffée au degré voisin de celui de la calcination, et aussi d'environ un 7e de plus que cette même pierre à feu chauffée à 95 degrés, c'est-à-dire à une chaleur à peu près égale.

La seconde pierre, dont le grain étoit moins fin, formoit une assise entière de la voûte extérieure du fourneau, et je fus maître de choisir les morceaux dont j'avois besoin pour l'expérience, dans un quartier qui avoit subi pendant le même temps de cinq mois le même degré 95 de chaleur que la pierre à feu : en ayant donc fait casser trois morceaux, et m'étant muni de trois autres qui n'avoient pas été chauffés, je trouvai que l'un de ces morceaux chauffés avoit augmenté d'un 54e, le second d'un 63e et le troisième d'un 66e ; ce qui donne pour la mesure moyenne un 61e d'augmentation en pesanteur spécifique.

Il résulte de ces expériences, 1° que toute pierre calcaire chauffée pendant long-temps acquiert de la masse et devient plus pesante; cette augmentation ne peut venir que des particules de chaleur qui la pénètrent et s'y unissent par leur longue résidence, et qui dès lors en deviennent partie constituante sous une forme fixe ; 2° que cette augmentation de pesanteur spécifique, étant d'un 61e, ou d'un 56e, ou d'un 65e, ne se trouve varier ici que par la nature des différentes

pierres; que celles dont le grain est le plus fin sont celles dont la chaleur augmente le plus la masse, et dans lesquelles les pores étant plus petits, elle se fixe plus aisément et en plus grande quantité; 3° que la quantité de chaleur qui se fixe dans la pierre est encore bien plus grande que ne le désigne ici l'augmentation de la masse; car la chaleur, avant de se fixer dans la pierre, a commencé par en chasser toutes les parties humides qu'elle contenoit. On sait qu'en distillant la pierre calcaire dans une cornue bien fermée on tire de l'eau pure jusqu'à concurrence d'un seizième de son poids; mais comme une chaleur de 95 degrés, quoique appliquée pendant cinq mois, pourroit néanmoins produire à cet égard de moindres effets que le feu violent qu'on applique au vaisseau dans lequel on distille la pierre, réduisons de moitié et même des trois quarts cette quantité d'eau enlevée à la pierre par la chaleur de 95 degrés; on ne pourra pas disconvenir que la quantité de chaleur qui s'est fixée dans cette pierre ne soit d'abord d'un 60e indiqué par l'augmentation de la pesanteur spécifique, et encore d'un 64e pour le quart de la quantité d'eau qu'elle contenoit, et que cette chaleur aura fait sortir; en sorte qu'on peut assurer, sans craindre de se tromper, que la chaleur qui pénètre dans la pierre lui étant appliquée pendant long-temps, s'y fixe en assez grande quantité pour en augmenter la masse tout au moins d'un 30e, même dans la supposition qu'elle n'ait chassé pendant ce long temps que le quart de l'eau que la pierre contenoit.

CINQUIÈME EXPÉRIENCE.

Toutes les pierres calcaires dont la pesanteur spécifique augmente par la longue application de la chaleur acquièrent, par cette espèce de desséchement, plus de dureté qu'elles n'en avoient auparavant. Voulant reconnoître si cette dureté seroit durable, et si elle ne perdroit pas, avec le temps, non seulement cette qualité, mais celle de l'augmentation de densité qu'elles avoient acquise par la chaleur, je fis exposer aux injures de l'air plusieurs parties de trois espèces de pierres qui avoient servi aux expériences précédentes, et qui toutes avoient été plus ou moins chauffées pendant cinq mois. Au bout de quinze jours, pendant lesquels il y avoit eu des pluies, je les fis sonder et frapper au marteau par le même ouvrier qui les avoit trouvées très-dures quinze jours auparavant: il reconnut avec moi que la pierre à feu, qui étoit la plus poreuse, et dont le grain étoit le plus gros, n'étoit déjà plus aussi dure, et qu'elle se laissoit travailler plus aisément. Mais les deux autres espèces, et surtout celle dont le grain étoit le plus fin, avoient conservé la même dureté; néanmoins elles la perdirent en moins de six semaines; et, les ayant fait alors éprouver à la balance hydrostatique, je reconnus qu'elles avoient aussi perdu une assez grande quantité de la matière fixe que la chaleur y avoit déposée; neanmoins, au bout de plusieurs mois, elles étoient toujours spécifiquement plus pesantes d'un 150e ou d'un 160e que celles qui n'avoient point été chauffées. La différence devenant alors trop difficile à saisir entre ces morceaux et ceux qui n'avoient pas été chauffés, et qui tous étoient également exposés à l'air, je fus forcé de borner là cette expérience; mais je suis persuadé qu'avec beaucoup de temps ces pierres auroient perdu toute leur pesanteur acquise. Il en est de même de la dureté: après quelques mois d'exposition à l'air, les ouvriers les ont traitées tout aussi aisément que les autres pierres de même espèce qui n'avoient point été chauffées.

Il résulte de cette expérience que les particules de chaleur qui se fixent dans la pierre n'y sont, comme je l'ai dit, unies que par force; que, quoiqu'elle les conserve après son entier refroidissement, et pendant assez long-temps, si on la préserve de toute humidité, elle les perd néanmoins peu à peu par les impressions de l'air et de la pluie, sans doute parce que l'air et l'eau ont plus d'affinité avec la pierre que les parties de la chaleur qui s'y étoient logées. Cette chaleur fixe n'est plus active; elle est, pour ainsi dire, morte et entièrement passive: dès lors, bien loin de pouvoir chasser l'humidité, celle-ci la chasse à son tour, et reprend toutes les places qu'elle lui avoit cédées. Mais, dans d'autres matières qui n'ont pas avec l'eau autant d'affinité que la pierre calcaire, cette chaleur une fois fixée n'y demeure-t-elle pas constamment et à toujours? C'est ce que j'ai cherché à constater par l'expérience suivante:

SIXIÈME EXPÉRIENCE.

J'ai pris plusieurs morceaux de fonte de fer, que j'ai fait casser dans les gueuses qui avoient servi plusieurs fois à soutenir les parois de la cheminée de mon fourneau, et qui par conséquent avoient été chauffées

trois fois, pendant quatre ou cinq mois de suite, au degré de chaleur qui calcine la pierre; car ces gueuses avoient soutenu les pierres ou les briques de l'intérieur du fourneau, et n'étoient défendues de l'action immédiate du feu que par une pierre épaisse de trois ou quatre pouces, qui formoit le dernier rang des étalages du fourneau. Ces dernieres pierres, ainsi que toutes les autres dont les étalages étoient construits, s'étoient réduites en chaux à chaque fondage, et la calcination avoit toujours pénétré de près de huit pouces dans celles qui étoient exposées à la plus violente action du feu. Ainsi les gueuses qui n étoient recouvertes que de quatre pouces par ces pierres avoient certainement subi le même degré de feu que celui qui produit la parfaite calcination de la pierre, et l'avoient, comme je l'ai dit, subi trois fois pendant quatre ou cinq mois de suite. Les morceaux de cette fonte de fer, que je fis casser, ne se séparèrent du reste de la gueuse qu'à coups de masse très-réitérés; au lieu que des gueuses de cette même fonte, mais qui n'avoient pas subi l'action du feu, étoient très-cassantes, et se séparoient en morceaux aux premiers coups de masse. Je reconnus dès lors que cette fonte, chauffée à un aussi grand feu et pendant si long-temps, avoit acquis beaucoup plus de dureté et de ténacité qu'elle n'en avoit auparavant, beaucoup plus même à proportion que n'en avoient acquis les pierres calcaires. Par ce premier indice, je jugeai que je trouverois une différence encore plus grande dans la pesanteur spécifique de cette fonte si long-temps échauffée. Et en effet, le premier morceau que j'éprouvai à la balance hydrostatique pesoit dans l'air quatre livres quatre onces trois gros, ou cinq cent quarante-sept gros; le même morceau pesoit dans l'eau trois livres onze onces deux gros et demi, c'est-à-dire quatre cent soixante-quatorze gros et demi: la différence est de soixante-douze gros et demi. L'eau dont je me servois pour mes expériences pesoit exactement soixante-dix livres le pied cube, et le volume d'eau déplacé par celui du morceau de cette fonte pesoit soixante-douze gros et demi. Ainsi soixante-douze gros et demi, poids du volume de l'eau déplacée par le morceau de fonte, sont à soixante-dix livres, poids du pied cube de l'eau, comme cinq cent quarante-sept gros, poids du morceau de fonte, sont à cinq cent vingt-huit livres deux onces un gros quarante-sept grains, poids du pied cube de cette fonte; et ce poids excède beaucoup celui de cette même fonte lorsqu'elle n'a pas été chauffée: c'est une fonte blanche qui communément est très-cassante, et dont le poids n'est que de quatre cent quatre-vingt-quinze ou cinq cents livres tout au plus. Ainsi la pesanteur spécifique se trouve augmentée de vingt-huit sur cinq cents par cette très-longue application de la chaleur, ce qui fait environ un dix-huitième de la masse. Je me suis assuré de cette grande différence par cinq épreuves successives, pour lesquelles j'ai eu attention de prendre toujours des morceaux pesant chacun quatre livres au moins, et comparés un à un avec des morceaux de même figure et d'un volume à peu près égal; car, quoiqu'il paroisse qu'ici la différence du volume, quelque grande qu'elle soit, ne devroit rien faire, et ne peut influer sur le résultat de l'opération de la balance hydrostatique, cependant ceux qui sont exercés à la manier se seront aperçus, comme moi, que les résultats sont toujours plus justes lorsque les volumes des matières qu'on compare ne sont pas bien plus grands l'un que l'autre. L'eau, quelque fluide qu'elle nous paroisse, a néanmoins un certain petit degré de ténacité qui influe plus ou moins sur des volumes plus ou moins grands. D'ailleurs il y a très-peu de matières qui soient parfaitement homogènes ou égales en pesanteur dans toutes les parties extérieures du volume qu'on soumet à l'épreuve. Ainsi, pour obtenir un résultat sur lequel on puisse compter précisement, il faut toujours comparer des morceaux d'un volume approchant, et d'une figure qui ne soit pas bien différente; car si, d'une part, on pesoit un globe de fer de deux livres, et d'autre part, une feuille de tôle du même poids, on trouveroit à la balance hydrostatique leur pesanteur spécifique différente, quoiqu'elle fût réellement la même.

Je crois que quiconque réfléchira sur les expériences précédentes et sur leurs résultats ne pourra disconvenir que la chaleur très-long-temps appliquée aux différens corps qu'elle pénètre ne dépose dans leur intérieur une très-grande quantité de particules qui deviennent parties constituantes de leur masse, et qui s'y unissent et y adherent d'autant plus que les matières se trouvent avoir avec elles plus d'affinité et d'autres rapports de nature. Aussi, me trouvant muni de ces expériences, je n'ai pas craint d'avancer, dans mon *Traité des Élemens*, que les molécules de la chaleur se fixoient dans tous les corps comme s'y fixent celles de la lumière et celles de l'air dès qu'il est accompagné de chaleur ou de feu.

SIXIÈME MÉMOIRE.

Expériences sur la lumière et sur la chaleur qu'elle peut produire.

ARTICLE PREMIER.

Invention de miroirs pour brûler à de grandes distances.

L'histoire des miroirs ardens d'Archimède est fameuse; il les inventa pour la défense de sa patrie, et il lança, disent les anciens, le feu du soleil sur la flotte ennemie, qu'il réduisit en cendres lorsqu'elle approcha des remparts de Syracuse. Mais cette histoire, dont on n'a pas douté pendant quinze ou seize siècles, a d'abord été contredite, et ensuite traitée de fable dans ces derniers temps. Descartes, né pour juger et même pour surpasser Archimède, a prononcé contre lui d'un ton de maître : il a nié la possibilité de l'invention, et son opinion a prévalu sur les témoignages et sur la croyance de toute l'antiquité : les physiciens modernes, soit par respect pour leur philosophe, soit par complaisance pour leurs contemporains, ont été de même avis. On n'accorde guère aux anciens que ce qu'on ne peut leur ôter : déterminés peut-être par ces motifs dont l'amour-propre ne se sert que trop souvent sans qu'on s'en aperçoive, n'avons-nous pas naturellement trop de penchant à refuser ce que nous devons à ceux qui nous ont précédés? et si notre siècle refuse plus qu'un autre, ne seroit-ce pas qu'étant plus éclairé, il croit avoir plus de droits à la gloire, plus de prétentions à la supériorité?

Quoi qu'il en soit, cette invention étoit dans le cas de plusieurs autres découvertes de l'antiquité qui se sont évanouies, parce qu'on a préféré la facilité de les nier à la difficulté de les retrouver; et les miroirs ardens d'Archimède étoient si décriés, qu'il ne paroissoit pas possible d'en rétablir la réputation; car, pour appeler du jugement de Descartes, il falloit quelque chose de plus fort que des raisons, et il ne restoit qu'un moyen sûr et décisif, à la vérité, mais difficile et hardi; c'étoit d'entreprendre de trouver les miroirs, c'est-à-dire d'en faire qui puissent produire les mêmes effets. J'en avois conçu depuis long-temps l'idée, et j'avouerai volontiers que le plus difficile de la chose étoit de la voir possible, puisque, dans l'exécution, j'ai réussi au delà même de mes espérances.

J'ai donc cherché le moyen de faire des miroirs pour brûler à de grandes distances, comme de cent, de deux cents, et trois cents pieds. Je savois en général qu'avec les miroirs par réflexion l'on n'avoit jamais brûlé qu'à quinze ou vingt pieds tout au plus, et qu'avec ceux qui sont réfringens la distance étoit encore plus courte, et je sentois bien qu'il étoit impossible, dans la pratique, de travailler un miroir de métal ou de verre avec assez d'exactitude pour brûler à ces grandes distances; que pour brûler, par exemple, à deux cents pieds, la sphère ayant dans ce cas huit cents pieds de diamètre, on ne pouvoit rien espérer de la méthode ordinaire de travailler les verres; et je me persuadai bientôt que quand même on pourroit en trouver une nouvelle pour donner à de grandes pièces de verre ou de métal une courbure aussi légère, il n'en résulteroit encore qu'un avantage très-peu considérable, comme je le dirai dans la suite.

Mais, pour aller par ordre, je cherchai d'abord combien la lumière du soleil perdoit par la réflexion à différentes distances, et quelles sont les matières qui la réfléchissent le plus fortement. Je trouvai, premièrement, que les glaces étamées, lorsqu'elles sont polies avec un peu de soin, réfléchissent plus puissamment la lumière que les métaux les mieux polis, et même mieux que le métal composé dont on se sert pour faire des miroirs de télescopes, et que, quoiqu'il y ait dans les glaces deux réflexions, l'une à la surface, et l'autre à l'intérieur, elles ne laissent pas de donner une lumière plus vive et plus nette que le métal, qui produit une lumière colorée.

En second lieu, en recevant la lumière du soleil dans un endroit obscur, et en la comparant avec cette même lumière du soleil réfléchie par une glace, je trouvai qu'à de petites distances, comme de quatre ou cinq pieds, elle ne perdoit qu'environ moitié par la réflexion; ce que je jugeai en fai-

sant tomber sur la première lumière réfléchie une seconde lumière aussi réfléchie ; car la vivacité de ces deux lumières réfléchies me parut égale à celle de la lumière directe.

Troisièmement, ayant reçu à de grandes distances, comme à cent, deux cents, et trois cents pieds, cette même lumière réfléchie par de grandes glaces, je reconnus qu'elle ne perdoit presque rien de sa force par l'épaisseur de l'air qu'elle avoit à traverser.

Ensuite je voulus essayer les mêmes choses sur la lumière des bougies ; et, pour m'assurer plus exactement de la quantité d'affoiblissement que la réflexion cause à cette lumière, je fis l'expérience suivante :

Je me mis vis-à-vis une glace de miroir avec un livre à la main, dans une chambre où l'obscurité de la nuit étoit entière, et où je ne pouvois distinguer aucun objet ; je fis allumer dans une chambre voisine, à quarante pieds de distance environ, une seule bougie, et je la fis approcher peu à peu, jusqu'à ce que je pusse distinguer les caractères et lire le livre que j'avois à la main : la distance se trouva de vingt-quatre pieds du livre à la bougie. Ensuite, ayant retourné le livre du côté du miroir, je cherchai à lire par cette même lumière réfléchie, et je fis intercepter par un paravent la partie de la lumière directe qui ne tomboit pas sur le miroir, afin de n'avoir sur mon livre que la lumière réfléchie : il fallut approcher la bougie, ce qu'on fit peu à peu, jusqu'à ce que je pusse lire les mêmes caractères éclairés par la lumière réfléchie, et alors la distance du livre à la bougie, y compris celle du livre au miroir, qui n'étoit que d'un demi-pied, se trouva être en tout de quinze pieds. Je répétai cela plusieurs fois ; et j'eus toujours les mêmes résultats à très-peu près ; d'où je conclus que la force ou la quantité de la lumière directe est à celle de la lumière réfléchie comme 576 à 225. Ainsi l'effet de la lumière de cinq bougies reçue par une glace plane est à peu près égal à celui de la lumière directe de deux bougies.

La lumière des bougies perd donc plus par la réflexion que la lumière du soleil ; et cette différence vient de ce que les rayons de lumière qui partent de la bougie comme d'un centre tombent plus obliquement sur le miroir que les rayons du soleil, qui viennent presque parallèlement. Cette expérience confirma donc ce que j'avois trouvé d'abord, et je tins pour sûr que la lumière du soleil ne perd qu'environ moitié par sa réflexion sur une glace de miroir.

Ces premières connoissances dont j'avois besoin étant acquises, je cherchai ensuite ce que deviennent en effet les images du soleil lorsqu'on les reçoit à de grandes distances. Pour bien entendre ce que je vais dire, il ne faut pas, comme on le fait ordinairement, considérer les rayons du soleil comme parallèles, et il faut se souvenir que le corps du soleil occupe à nos yeux une étendue d'environ 32 minutes ; que par conséquent les rayons qui partent du bord supérieur du disque, venant à tomber sur un point d'une surface réfléchissante, les rayons qui partent du bord inférieur, venant à tomber aussi sur le même point de cette surface, ils forment entre eux un angle de 32 minutes dans l'incidence, et ensuite dans la réflexion, et que par conséquent l'image doit augmenter de grandeur à mesure qu'elle s'éloigne. Il faut de plus faire attention à la figure de ces images : par exemple, une glace plane carrée d'un demi-pied, exposée aux rayons du soleil, formera une image carrée de six pouces, lorsqu'on recevra cette image à une petite distance de la glace, comme de quelques pieds ; en s'éloignant peu à peu, on voit l'image augmenter, ensuite se déformer, enfin s'arrondir et demeurer ronde, toujours en s'agrandissant, à mesure qu'elle s'éloigne du miroir. Cette image est composée d'autant de disques du soleil qu'il y a de points physiques dans la surface réfléchissante : le point du milieu forme une image du disque ; les points voisins en forment de semblables et de même grandeur qui excèdent un peu le disque du milieu ; il en est de même de tous les autres points, et l'image est composée d'une infinité de disques, qui, se surmontant régulièrement et anticipant circulairement les uns sur les autres, forment l'image réfléchie dont le point du milieu de la glace est le centre.

Si l'on reçoit l'image composée de tous ces disques à une petite distance, alors l'étendue qu'ils occupent n'étant qu'un peu plus grande que celle de la glace, cette image est de la même figure et à peu près de la même étendue que la glace. Si la glace est carrée, l'image est carrée ; si la glace est triangulaire, l'image est triangulaire : mais lorsqu'on reçoit l'image à une grande distance de la glace, où l'étendue qu'occupent les disques est beaucoup plus grande que celle de la glace, l'image ne conserve plus la figure carrée ou triangulaire de la

glace ; elle devient nécessairement circulaire : et, pour trouver le point de distance où l'image perd sa figure carrée, il n'y a qu'à chercher à quelle distance la glace nous paroît sous un angle égal à celui que forme le corps du soleil à nos yeux, c'est-à-dire sous un angle de 32 minutes; cette distance sera celle où l'image perdra sa figure carrée, et deviendra ronde; car les disques ayant toujours pour diamètre une ligne égale à la corde de l'arc de cercle qui mesure un angle de 32 minutes, on trouvera, par cette règle, qu'une glace carrée de six pouces perd sa figure carrée à la distance d'environ soixante pieds, et qu'une glace d'un pied en carré ne la perd qu'à cent vingt pieds environ, et ainsi des autres.

En réfléchissant un peu sur cette théorie, on ne sera plus étonné de voir qu'à de très-grandes distances une grande et une petite glace donnent à peu près une image de la même grandeur, et qui ne diffère que par l'intensité de la lumière : on ne sera plus surpris qu'une glace ronde, ou carrée, ou longue, ou triangulaire, ou de telle autre figure que l'on voudra [1], donne toujours des images rondes; et on verra clairement que les images ne s'agrandissent et ne s'affoiblissent pas par la dispersion de la lumière, ou par la perte qu'elle fait en traversant l'air, comme l'ont cru quelques physiciens, et que cela n'arrive, au contraire, que par l'augmentation des disques, qui occupent toujours un espace de 32 minutes, à quelque éloignement qu'on les porte.

De même on sera convaincu, par la simple exposition de cette théorie, que les courbes, de quelque espèce qu'elles soient, ne peuvent être employées avec avantage pour brûler de loin, parce que le diamètre du foyer de toutes les courbes ne peut jamais être plus petit que la corde de l'arc qui mesure un angle de 32 minutes, et que par conséquent le miroir concave le plus parfait, dont le diamètre seroit égal à cette corde, ne feroit jamais le double de l'effet de ce miroir plan de même surface [2]; et si le diamètre de ce miroir courbe étoit plus petit que cette corde, il ne feroit guère plus d'effet qu'un miroir plan de même surface.

1. C'est par cette même raison que les petites images du soleil qui passent entre les feuilles des arbres élevés et touffus, qui tombent sur le sable d'une allée, sont toutes ovales ou rondes.

2. Si l'on se donne la peine de supputer, on trouvera que le miroir courbe le plus parfait n'a d'avantage sur un miroir plan que dans la raison de 17 à 10, du moins à très-peu près.

Lorsque j'eus bien compris ce que je viens d'exposer, je me persuadai bientôt, à n'en pouvoir douter, qu'Archimède n'avoit pu brûler de loin qu'avec des miroirs plans; car, indépendamment de l'impossibilité où l'on étoit alors, et où l'on seroit encore aujourd'hui, d'exécuter des miroirs concaves d'un aussi long foyer, je sentis bien que les réflexions que je viens de faire ne pouvoient pas avoir échappé à ce grand mathématicien. D'ailleurs je pensai que, selon toutes les apparences, les anciens ne savoient pas faire de grandes masses de verre, qu'ils ignoroient l'art de le couler pour en faire de grandes glaces, qu'ils n'avoient tout au plus que celui de le souffler et d'en faire des bouteilles et des vases, et je me persuadai aisément que c'étoit avec des miroirs plans de métal poli, et par la réflexion des rayons du soleil, qu'Archimède avoit brûlé au loin: mais, comme j'avois reconnu que les miroirs de glace réfléchissoient plus puissamment la lumière que les miroirs du métal le plus poli, je pensai à faire construire une machine pour faire coïncider au même point les images réfléchies par un grand nombre de ces glaces planes, bien convaincu que ce moyen étoit le seul par lequel il fût possible de réussir.

Cependant j'avois encore des doutes, et qui me paroissoient même très-bien fondés; car voici comment je raisonnois. Supposons que la distance à laquelle je veux brûler soit de deux cent quarante pieds : je vois clairement que le foyer de mon miroir ne peut avoir moins de deux pieds de diamètre à cette distance; dès lors quelle sera l'étendue que je serai obligé de donner à mon assemblage de miroirs plans pour produire du feu dans un aussi grand foyer? Elle pouvoit être si grande, que la chose eût été impraticable dans l'exécution : car, en comparant le diamètre du foyer au diamètre du miroir, dans les meilleurs miroirs par réflexion que nous ayons, par exemple, avec le miroir de l'Académie, j'avois observé que le diamètre de ce miroir, qui est de trois pieds, étoit cent huit fois plus grand que le diamètre de son foyer, qui n'a qu'environ quatre lignes, et j'en concluois que, pour brûler aussi vivement à deux cent quarante pieds, il eût été nécessaire que mon assemblage de miroirs eût eu deux cent seize pieds de diamètre, puisque le foyer auroit deux pieds; or un miroir de deux cent seize pieds de diamètre étoit assurément une chose impossible.

A la vérite, ce miroir de trois pieds de

diamètre brûle assez vivement pour fondre l'or, et je voulus voir combien j'avois à gagner en réduisant son action à n'enflammer que du bois : pour cela, j'appliquai sur le miroir des zones circulaires de papier pour en diminuer le diamètre, et je trouvai qu'il n'avoit plus assez de force pour enflammer du bois sec lorsque son diamètre fut réduit à quatre pouces huit ou neuf lignes. Prenant donc cinq pouces ou soixante lignes pour l'étendue du diamètre nécessaire pour brûler avec un foyer de quatre lignes, je ne pouvois me dispenser de conclure que pour brûler également à deux cent quarante pieds, où le foyer auroit nécessairement deux pieds de diamètre, il me faudroit un miroir de trente pieds de diamètre ; ce qui me paroissoit encore une chose impossible, ou du moins impraticable.

A des raisons si positives, et que d'autres auroient regardées comme des démonstrations de l'impossibilité du miroir, je n'avois rien à opposer qu'un soupçon, mais un soupçon ancien, et sur lequel plus j'avois réfléchi, plus je m'étois persuadé qu'il n'étoit pas sans fondement : c'est que les effets de la chaleur pouvoient bien n'être pas proportionnels à la quantité de lumière ; ou, ce qui revient au même, qu'à égale intensité de lumière les grands foyers devoient brûler plus vivement que les petits.

En estimant la chaleur mathématiquement, il n'est pas douteux que la force des foyers de même longueur ne soit proportionnelle à la surface des miroirs. Un miroir dont la surface est double de celle d'un autre doit avoir un foyer de la même grandeur, si la courbure est la même ; et ce foyer de même grandeur doit contenir le double de la quantité de lumière que contient le premier foyer ; et, dans la supposition que les effets sont toujours proportionnels à leurs causes, on avoit toujours cru que la chaleur de ce second foyer devoit être double de celle du premier.

De même, et par la même estimation mathématique, on a toujours cru qu'à égale intensité de lumière un petit foyer devoit brûler autant qu'un grand, et que l'effet de la chaleur devoit être proportionnel à cette intensité de lumière : *en sorte*, disoit Descartes, *qu'on peut faire des verres ou des miroirs extrêmement petits qui brûleront avec autant de violence que les plus grands*. Je pensai d'abord, comme je l'ai dit ci-dessus, que cette conclusion, tirée de la théorie mathématique, pourroit bien se trouver fausse dans la pratique, parce que la chaleur étant une qualité physique, de l'action et de la propagation de laquelle nous ne connoissons pas bien les lois, il me sembloit qu'il y avoit quelque espèce de témérité à en estimer ainsi les effets par un raisonnement de simple spéculation.

J'eus donc recours encore une fois à l'expérience : je pris des miroirs de métal de différents foyers et de différents degrés de poliment ; et, en comparant l'action des différents foyers sur les mêmes matières fusibles ou combustibles, je trouvai qu'à égale intensité de lumière les grands foyers font constamment beaucoup plus d'effet que les petits, et produisent souvent l'inflammation ou la fusion, tandis que les petits ne produisent qu'une chaleur médiocre : je trouvai la même chose avec les miroirs par réfraction. Pour le faire mieux sentir, prenons, par exemple, un grand miroir ardent par réfraction, tel que celui du sieur Segard, qui a trente-deux pouces de diamètre, et un foyer de huit lignes de largeur, à six pieds de distance, auquel foyer le cuivre se fond en moins d'une minute, et faisons dans les mêmes proportions un petit verre ardent de trente-deux lignes de diamètre, dont le foyer sera de 8/12 ou 2/3 de ligne, et la distance à six pouces. Puisque le grand miroir fond le cuivre en une minute dans l'étendue entière de son foyer, qui est de huit lignes, le petit verre devroit, selon la théorie, fondre dans le même temps la même matière dans l'étendue de son foyer, qui est de 2/3 de ligne. Ayant fait l'expérience, j'ai trouvé, comme je m'y attendois bien, que, loin de fondre le cuivre, ce petit verre ardent pouvoit à peine donner un peu de chaleur à cette matière.

La raison de cette différence est aisée à donner, si l'on fait attention que la chaleur se communique de proche en proche, et se disperse, pour ainsi dire, lors même qu'elle est appliquée continuellement sur le même point : par exemple, si l'on fait tomber le foyer d'un verre ardent sur le centre d'un écu, et que ce foyer n'ait qu'une ligne de diamètre, la chaleur qu'il produit sur le centre de l'écu se disperse et s'étend dans le volume entier de l'écu, et il devient chaud jusqu'à la circonférence ; dès lors toute la chaleur, quoique employée d'abord contre le centre de l'écu, ne s'y arrête pas, et ne peut pas produire un aussi grand effet que si elle y demeuroit tout entière. Mais si, au lieu d'un foyer d'une ligne qui tombe sur le milieu de l'écu, on fait tomber sur l'écu tout entier un foyer d'égale intensité,

toutes les parties de l'écu étant également échauffées, dans ce dernier cas, non seulement il n'y a pas de perte de chaleur comme dans le premier, mais même il y a du gain et de l'augmentation de chaleur; car le point du milieu profitant de la chaleur des autres points qui l'environnent, l'écu sera fondu dans ce dernier cas, tandis que, dans le premier, il ne sera que légèrement échauffé.

Après avoir fait ces expériences et ces réflexions, je sentis augmenter prodigieusement l'espérance que j'avois de réussir à faire des miroirs qui brûleroient au loin; car je commençai à ne plus craindre, autant que je l'avois craint d'abord, la grande étendue des foyers: je me persuadai, au contraire, qu'un foyer d'une largeur considérable, comme de deux pieds, et dans lequel l'intensité de la lumière ne seroit pas à beaucoup près aussi grande que dans un petit foyer, comme de quatre lignes, pourroit cependant produire avec plus de force l'inflammation et l'embrasement, et que par conséquent ce miroir, qui, par la théorie mathématique, devoit avoir au moins trente pieds de diamètre, se réduiroit sans doute à un miroir de huit ou dix pieds tout au plus; ce qui est non seulement une chose possible, mais même très-praticable.

Je pensai donc sérieusement à exécuter mon projet: d'abord j'avais dessein de brûler à deux cents ou trois cents pieds avec des glaces circulaires ou hexagones d'un pied carré de surface, et je voulois faire quatre châssis de fer pour les porter, avec trois vis à chacune pour les mouvoir en tous sens, et un ressort pour les assujettir; mais la dépense trop considérable qu'exigeoit cet ajustement me fit abandonner cette idée, et je me rabattis à des glaces communes de six pouces sur huit pouces, et un ajustement en bois, qui, à la vérité, est moins solide et moins précis, mais dont la dépense convenoit mieux à une tentative. M. Passemant, dont l'habileté dans les mécaniques est connue même de l'Académie, se chargea de ce détail; et je n'en ferai pas la description, parce qu'un coup d'œil sur le miroir en fera mieux entendre la construction qu'un long discours.

Il suffira de dire qu'il a d'abord été composé de cent soixante-huit glaces étamées de six pouces sur huit pouces chacune, éloignées les unes des autres d'environ quatre lignes; que chacune de ces glaces se peut mouvoir en tous sens, et indépendamment de toutes, et que les quatre lignes d'intervalle qui sont entre elles servent non seulement à la liberté de ce mouvement, mais aussi à laisser voir à celui qui opère l'endroit où il faut conduire ses images. Au moyen de cette construction, l'on peut faire tomber sur le même point les cent soixante-huit images, et par conséquent brûler à plusieurs distances, comme à vingt, trente, et jusqu'à cent cinquante pieds, et à toutes les distances intermédiaires; et en augmentant la grandeur du miroir, ou en faisant d'autres miroirs semblables au premier, on est sûr de porter le feu à de plus grandes distances encore, ou d'en augmenter, autant qu'on voudra, la force ou l'activité à ces premières distances.

Seulement il faut observer que le mouvement dont j'ai parlé n'est point trop aisé à exécuter, et que, d'ailleurs, il y a un grand choix à faire dans les glaces: elles ne sont pas toutes à beaucoup près également bonnes, quoiqu'elles paroissent telles à la première inspection; j'ai été obligé d'en prendre plus de cinq cents pour avoir les cent soixante-huit dont je me suis servi. La manière de les essayer est de recevoir à une grande distance, par exemple à cent cinquante pieds, l'image réfléchie du soleil contre un plan vertical; il faut choisir celles qui donnent une image ronde et bien terminée, et rebuter toutes les autres qui sont en beaucoup plus grand nombre, et dont les épaisseurs étant inégales en différens endroits, ou la surface un peu concave ou convexe au lieu d'être plane, donnent des images mal terminées, doubles, triples, oblongues, chevelues, etc., suivant les différentes défectuosités qui se trouvent dans les glaces.

Par la première expérience que j'ai faite le 23 mars 1747, à midi, j'ai mis le feu, à soixante-six pieds de distance, à une planche de hêtre goudronnée, avec quarante glaces seulement, c'est-à-dire avec le quart du miroir environ; mais il faut observer que, n'étant pas encore monté sur son pied, il étoit posé très-désavantageusement, faisant avec le soleil un angle de près de 20 degrés de déclinaison, et un autre de plus de 10 degrés d'inclinaison.

Le même jour, j'ai mis le feu à une planche goudronnée et soufrée, à cent vingt-six pieds de distance, avec quatre-vingt-dix-huit glaces, le miroir étant posé encore plus désavantageusement. On sent bien que, pour brûler avec le plus d'avantage, il faut que le miroir soit directement opposé au soleil, aussi bien que les matières qu'on veut enflammer; en sorte qu'en supposant un plan perpendiculaire sur le plan du miroir, il faut

qu'il passe par le soleil, et en même temps par le milieu des matières combustibles.

Le 3 avril, à quatre heures du soir, le miroir étant posé et monté sur son pied, on a produit une légère inflammation sur une planche couverte de laine hachée, à cent trente-huit pieds de distance, avec cent douze glaces, quoique le soleil fût foible et que la lumière en fût fort pâle. Il faut prendre garde à soi lorsqu'on approche de l'endroit où sont les matières combustibles, et il ne faut pas regarder le miroir; car si malheureusement les yeux se trouvoient au foyer, on seroit aveuglé par l'éclat de la lumière.

Le 4 avril, à onze heures du matin, le soleil étant fort pâle et couvert de vapeurs et de nuages légers, on n'a pas laissé de produire, avec cent cinquante-quatre glaces, à cent cinquante pieds de distance, une chaleur si considérable, qu'elle a fait, en moins de deux minutes, fumer une planche goudronnée qui se seroit certainement enflammée, si le soleil n'avoit pas disparu tout à coup.

Le lendemain, 5 avril, à trois heures après midi, par un soleil encore plus foible que le jour précédent, on a enflammé, à cent cinquante pieds de distance, des copeaux de sapin soufrés et mêlés de charbon, en moins d'une minute et demie, avec cent cinquante-quatre glaces. Lorsque le soleil est vif, il ne faut que quelques secondes pour produire l'inflammation.

Le 10 avril, après midi, par un soleil assez net, on a mis le feu à une planche de sapin goudronnée, à cent cinquante pieds, avec cent vingt-huit glaces seulement : l'inflammation a été très-subite, et elle s'est faite dans toute l'étendue du foyer, qui avoit environ seize pouces de diamètre à cette distance.

Le même jour, à deux heures et demie, on a porté le feu sur une planche de hêtre goudronnée en partie et couverte en quelques endroits de laine hachée; l'inflammation s'est faite très-promptement; elle a commencé par les parties du bois qui étoient découvertes, et le feu étoit si violent, qu'il a fallu tremper dans l'eau la planche pour l'éteindre : il y avoit cent quarante-huit glaces, et la distance étoit de cent cinquante pieds.

Le 11 avril, le foyer n'étant qu'à vingt pieds de distance du miroir, il n'a fallu que douze glaces pour enflammer de petites matières combustibles. Avec vingt-une glaces, on a mis le feu à une planche de hêtre qui avoit déjà été brûlée en partie; avec quarante-cinq glaces, on a fondu un gros flacon d'étain qui pesoit environ six livres; et avec cent dix-sept glaces, on a fondu des morceaux d'argent mince, et rougi une plaque de tôle : et je suis persuadé qu'à cinquante pieds on fondra les métaux aussi bien qu'à vingt, en employant toutes les glaces du miroir; et comme le foyer à cette distance est large de six à sept pouces, on pourra faire des épreuves en grand sur les métaux [1]; ce qu'il n'étoit pas possible de faire avec les miroirs ordinaires, dont le foyer est ou très-foible ou cent fois plus petit que celui de mon miroir. J'ai remarqué que les métaux, et surtout l'argent, fument beaucoup avant de se fondre : la fumée en étoit si sensible, qu'elle faisoit ombre sur le terrain; et c'est là que je l'observois attentivement : car il n'est pas possible de regarder un instant le foyer, lorsqu'il tombe sur du métal; l'éclat en est beaucoup plus vif que celui du soleil.

Les expériences que j'ai rapportées ci-dessus, et qui ont été faites dans les premiers temps de l'invention de ces miroirs, ont été suivies d'un grand nombre d'autres expériences qui confirment les premières. J'ai enflammé du bois jusqu'à deux cents et même deux cent dix pieds avec ce même miroir, par le soleil d'été, toutes les fois que le ciel étoit pur; et je crois pouvoir assurer qu'avec quatre semblables miroirs on brûleroit à quatre cents pieds, et peut-être plus loin. J'ai de même fondu tous les métaux et minéraux métalliques à vingt-cinq, trente et

1. Par des expériences subséquentes, j'ai reconnu que la distance la plus avantageuse pour faire commodément avec ces miroirs des épreuves sur les métaux étoit à quarante ou quarante-cinq pieds. Les assiettes d'argent que j'ai fondues à cette distance avec deux cent vingt-quatre glaces étoient bien nettes, en sorte qu'il n'étoit pas possible d'attribuer la fumée très-abondante qui en sortoit à la graisse ou à d'autres matières dont l'argent se seroit imbibé, et comme se le persuadoient les gens témoins de l'expérience. Je la répétai néanmoins sur des plaques d'argent toutes neuves, et j'eus le même effet. Le métal fumoit très-abondamment, quelquefois pendant plus de huit ou dix minutes avant de se fondre. J'avois dessein de recueillir cette fumée d'argent par le moyen d'un chapiteau et d'un ajustement semblable à celui dont on se sert dans les distillations, et j'ai toujours eu regret que mes autres occupations m'en aient empêché; car cette manière de tirer l'eau du métal est peut-être la seule qu'on puisse employer. Et si l'on prétend que cette fumée, qui m'a paru humide, ne contient pas de l'eau, il seroit toujours très-utile de savoir ce que c'est, car il se peut aussi que ce ne soit que du métal volatilisé. D'ailleurs je suis persuadé qu'en faisant les mêmes épreuves sur l'or, on le verra fumer comme l'argent, peut-être moins, peut-être plus.

quarante pieds. On trouvera, dans la suite de cet article, les usages auxquels on peut appliquer ces miroirs, et les limites qu'on doit assigner à leur puissance pour la calcination, la combustion, la fusion, etc.

Il faut environ une demi-heure pour monter le miroir et pour faire coïncider toutes les images au même point : mais lorsqu'il est une fois ajusté, on peut s'en servir à toute heure, en tirant seulement un rideau; il mettra le feu aux matières combustibles très-promptement, et on ne doit pas le déranger, à moins qu'on ne veuille changer la distance : par exemple, lorsqu'il est arrangé pour brûler à cent pieds, il faut une demi-heure pour l'ajuster à la distance de cent cinquante pieds, et ainsi des autres.

Ce miroir brûle en haut, en bas, et horizontalement, suivant la différente inclinaison qu'on lui donne. Les expériences que je viens de rapporter ont été faites publiquement au Jardin du Roi, sur un terrain horizontal contre des planches posées verticalement. Je crois qu'il n'est pas nécessaire d'avertir qu'il auroit brûlé avec plus de force en haut, et moins de force en bas, et, de même, qu'il est plus avantageux d'incliner le plan des matières combustibles parallèlement au plan du miroir. Ce qui fait qu'il a cet avantage de brûler en haut, en bas, et horizontalement, sur les miroirs ordinaires de réflexion qui ne brûlent qu'en haut, c'est que son foyer est fort éloigné, et qu'il a si peu de courbure qu'elle est insensible à l'œil : il est large de sept pieds, et haut de huit pieds, ce qui ne fait qu'environ la cent cinquantième partie de la circonférence de la sphère, lorsqu'on brûle à cent cinquante pieds.

La raison qui m'a déterminé à préférer des glaces de six pouces de largeur sur huit pouces de hauteur, à des glaces carrées de six ou huit pouces, c'est qu'il est beaucoup plus commode de faire les expériences sur un terrain horizontal et de niveau, que de les faire de bas en haut, et qu'avec cette figure plus haute que large, les images étoient plus rondes, au lieu qu'avec des glaces carrées, elles auroient été raccourcies, surtout pour les petites distances, dans cette situation horizontale.

Cette découverte nous fournit plusieurs choses utiles pour la physique, et peut-être pour les arts. On sait que ce qui rend les miroirs ordinaires de réflexion presque inutiles pour les expériences, c'est qu'ils brûlent toujours en haut, et qu'on est fort embarrassé de trouver des moyens pour suspendre ou soutenir à leur foyer les matières qu'on veut fondre ou calciner. Au moyen de mon miroir, on fera brûler en bas les miroirs concaves, et avec un avantage si considérable, qu'on aura une chaleur de tel degré qu'on voudra : par exemple, en opposant à mon miroir un miroir concave d'un pied carré de surface, la chaleur que ce dernier miroir produira à son foyer, en employant cent cinquante-quatre glaces seulement, sera douze fois plus grande que celle qu'il produit ordinairement, et l'effet sera le même que s'il existoit douze soleils au lieu d'un, ou plutôt que si le soleil avoit douze fois plus de chaleur.

Secondement, on aura, par le moyen de mon miroir, la vraie échelle de l'augmentation de la chaleur, et on fera un thermomètre réel, dont les divisions n'auront plus rien d'arbitraire, depuis la température de l'air jusqu'à tel degré de chaleur qu'on voudra, en faisant tomber une à une successivement les images du soleil les unes sur les autres, et en graduant les intervalles, soit au moyen d'une liqueur expansive, soit au moyen d'une machine de dilatation; et de là nous saurons en effet ce que c'est qu'une augmentation double, triple, quadruple, etc., de chaleur [1], et nous connoîtrons les matières dont l'expansion ou les autres effets seront les plus convenables pour mesurer les augmentations de chaleur.

Troisièmement, nous saurons au juste combien de fois il faut la chaleur du soleil pour brûler, fondre, ou calciner différentes matières, ce qu'on ne savoit estimer jusqu'ici que d'une manière vague et fort éloignée de la vérité; et nous serons en état de faire des comparaisons précises de l'activité de nos feux avec celle du soleil, et d'avoir sur cela des rapports exacts et des mesures fixes et invariables.

Enfin on sera convaincu, lorsqu'on aura examiné la théorie que j'ai donnée, et qu'on aura vu l'effet de mon miroir, que le moyen que j'ai employé étoit le seul par lequel il fût possible de réussir à brûler au loin : car, indépendamment de la difficulté physique de faire de grands miroirs concaves, sphériques, paraboliques, ou d'une autre courbure assez régulière pour brûler à cent cin-

1. Feu M. de Mairan a fait une épreuve avec trois glaces seulement, et a trouvé que les augmentations du double et du triple de chaleur étoient comme les divisions du thermomètre de Réaumur; mais on ne doit rien conclure de cette expérience, qui n'a donné lieu à ce résultat que par une espèce de hasard. Voyez sur ce sujet mon *Traité des Élémens*.

quante pieds, on se démontrera aisément à soi-même qu'ils ne produiroient qu'à peu près autant d'effet que le mien, parce que le foyer en seroit presque aussi large; que, de plus, ces miroirs courbes, quand même il seroit possible de les exécuter, auroient le désavantage très-grand de ne brûler qu'à une seule distance, au lieu que le mien brûle à toutes les distances; et par conséquent on abandonnera le projet de faire, par le moyen des courbes, des miroirs pour brûler au loin : ce qui a occupé inutilement un grand nombre de mathématiciens et d'artistes qui se trompoient toujours, parce qu'ils considéroient les rayons du soleil comme parallèles, au lieu qu'il faut les considérer ici tels qu'ils sont, c'est-à-dire comme faisant des angles de toute grandeur, depuis zéro jusqu'à 32 minutes; ce qui fait qu'il est impossible, quelque courbure qu'on donne à un miroir, de rendre le diamètre du foyer plus petit que la corde de l'arc qui mesure cet angle de 32 minutes. Ainsi, quand même on pourroit faire un miroir concave pour brûler à une grande distance, par exemple, à cent cinquante pieds, en le travaillant dans tous ses points sur une sphère de six cents pieds de diamètre, et en employant une masse énorme de verre ou de métal, il est clair qu'on aura à peu près autant d'avantage à n'employer au contraire que de petits miroirs plans.

Au reste, comme tout a des limites, quoique mon miroir soit susceptible d'une grande perfection, tant pour l'ajustement que pour plusieurs autres choses, et que je compte bien en faire un autre dont les effets seront supérieurs, cependant il ne faut pas espérer qu'on puisse jamais brûler à de très-grandes distances : car pour brûler, par exemple, à une demi-lieue, il faudroit un miroir deux mille fois plus grand que le mien; et tout ce qu'on pourra jamais faire est de brûler à huit ou neuf cents pieds tout au plus. Le foyer, dont le mouvement correspond toujours à celui du soleil, marche d'autant plus vite qu'il est plus éloigné du miroir; et à neuf cents pieds de distance, il feroit un chemin d'environ six pieds par minute.

Il n'est pas nécessaire d'avertir qu'on peut faire, avec de petits morceaux plats de glace ou de métal, des miroirs dont les foyers seront variables, et qui brûleront à de petites distances avec une grande vivacité; et, en les montant à peu près comme l'on monte les parasols, il ne faudroit qu'un seul mouvement pour en ajuster le foyer.

Maintenant que j'ai rendu compte de ma découverte et du succès de mes expériences, je dois rendre à Archimède et aux anciens la gloire qui leur est due. Il est certain qu'Archimède a pu faire avec des miroirs de métal ce que je fais avec des miroirs de verre; il est sûr qu'il avoit plus de lumières qu'il n'en faut pour imaginer la théorie qui m'a guidé et la mécanique que j'ai fait exécuter, et que par conséquent on ne peut lui refuser le titre de premier inventeur de ces miroirs, que l'occasion où il sut les employer rendit sans doute plus célèbres que le mérite de la chose même.

Pendant le temps que je travaillois à ces miroirs, j'ignorois le détail de tout ce qu'en ont dit les anciens; mais après avoir réussi à les faire, je fus bien aise de m'en instruire. Feu M. Melot, de l'Académie des Belles-Lettres, et l'un des gardes de la Bibliothèque du Roi, dont la grande érudition et les talens étoient connus de tous les savans, eut la bonté de me communiquer une excellente dissertation qu'il avoit faite sur ce sujet, dans laquelle il rapporte les témoignages de tous les auteurs qui ont parlé des miroirs ardens d'Archimède. Ceux qui en parlent le plus clairement sont Zonaras et Tzetzès, qui vivoient tous deux dans le douzième siècle. Le premier dit qu'Archimède, avec ses miroirs ardens, mit en cendres toute la flotte des Romains. « Ce géomètre, dit-il, ayant reçu les rayons du soleil sur un miroir, à l'aide de ces rayons rassemblés et réfléchis par l'épaisseur et le poli du miroir, il embrasa l'air, et alluma une grande flamme qu'il lança tout entière sur les vaisseaux qui mouilloient dans la sphère de son activité, et qui furent tous réduits en cendres. » Le même Zonaras rapporte aussi qu'au siége de Constantinople, sous l'empire d'Anastase, l'an 514 de Jésus-Christ, Proclus brûla, avec des miroirs d'airain, la flotte de Vitalien, qui assiégeoit Constantinople; et il ajoute que ces miroirs étoient une découverte ancienne, et que l'historien Dion en donne l'honneur à Archimède, qui la fit, et s'en servit contre les Romains lorsque Marcellus fit le siége de Syracuse.

Tzetzès non seulement rapporte et assure le fait des miroirs, mais même il en explique en quelque façon la construction. « Lorsque les vaisseaux, dit-il, furent à la portée du trait, Archimède fit faire une espèce de miroir hexagone, et d'autres plus petits de vingt-quatre angles chacun, qu'il plaça dans une distance proportionnée, et qu'on pouvoit mouvoir à l'aide de leurs charnières et de certaines lames de métal : il

plaça le miroir hexagone de façon qu'il étoit coupé par le milieu par le méridien d'hiver et d'été, en sorte que les rayons du soleil reçus sur ce miroir, venant à se briser, allumèrent un grand feu qui réduisit en cendres les vaisseaux romains, quoiqu'ils fussent éloignés de la portée d'un trait. » Ce passage me paroît assez clair : il fixe la distance à laquelle Archimède a brûlé; la portée du trait ne peut guère être que de cent cinquante ou deux cents pieds : il donne l'idée de la construction, et fait voir que le miroir d'Archimède pouvoit être, comme le mien, composé de plusieurs petits miroirs qui se mouvoient par des mouvemens de charnières et de ressorts; et enfin il indique la position du miroir, en disant que le miroir hexagone autour duquel étoient sans doute les miroirs plus petits, étoit coupé par le méridien, ce qui veut dire apparemment que le miroir doit être opposé directement au soleil : d'ailleurs le miroir hexagone étoit probablement celui dont l'image servoit de mire pour ajuster les autres, et cette figure n'est pas tout-à-fait indifférente, non plus que celle des vingt-quatre angles ou vingt-quatre côtés des petits miroirs. Il est aisé de sentir qu'il y a en effet de l'avantage à donner à ces miroirs une figure polygone d'un grand nombre de côtés égaux, afin que la quantité de lumière soit moins inégalement répartie dans l'image réfléchie; et elle sera répartie le moins inégalement qu'il est possible lorsque les miroirs seront circulaires. J'ai bien vu qu'il y avoit de la perte à employer des miroirs quadrangulaires, longs de six pouces sur huit pouces; mais j'ai préféré cette forme, parce qu'elle est, comme je l'ai dit, plus avantageuse pour brûler horizontalement.

J'ai aussi trouvé dans la même dissertation de M. Melot, que le P. Kircher avoit écrit qu'Archimède avoit pu brûler à une grande distance avec des miroirs plans, et que l'expérience lui avoit appris qu'en réunissant de cette façon les images du soleil, on produisoit une chaleur considérable au point de réunion.

Enfin, dans les *Mémoires de l'Académie*, annee 1726, M. du Fay, dont j'honorerai toujours la mémoire et les talens, paroît avoir touché à cette découverte : il dit « qu'ayant reçu l'image du soleil sur un miroir plan d'un pied carré, et l'ayant portée jusqu'à six cents pieds sur un miroir concave de dix-sept pouces de diamètre, elle avoit encore la force de brûler des matières combustibles au foyer de ce dernier miroir; » et à la fin de son Mémoire il dit que « quelques auteurs (il veut sans doute parler du P. Kircher) ont proposé de former un miroir d'un très-long foyer par un grand nombre de petits miroirs plans, que plusieurs personnes tiendroient à la main, et dirigeroient de façon que les images du soleil formées par chacun de ces miroirs concourroient en un même point, et que ce seroit peut-être la façon de réussir la plus sûre et la moins difficile à exécuter. » Un peu de réflexion sur l'expérience du miroir concave et sur ce projet auroit porté M. du Fay à la découverte du miroir d'Archimède, qu'il traite cependant de fable un peu plus haut; car il me paroît qu'il étoit tout naturel de conclure de son expérience que, puisqu'un miroir concave de dix-sept pouces de diamètre sur lequel l'image du soleil ne tomboit pas tout entière, à beaucoup près, peut cependant brûler par cette seule partie de l'image du soleil réfléchie à six cents pieds dans un foyer que je suppose large de trois lignes, onze cent cinquante-six miroirs plans, semblables au premier miroir réfléchissant, doivent à plus forte raison brûler directement à cette distance de six cents pieds, et que par conséquent deux cent quatre-vingt-neuf miroirs plans auroient été plus que suffisans pour brûler à trois cents pieds, en réunissant les deux cent quatre-vingt-neuf images : mais, en fait de découverte, le dernier pas, quoique souvent le plus facile, est cependant celui qu'on fait le plus rarement.

Mon mémoire, tel qu'on vient de le lire, a été imprimé dans le volume de l'*Académie des Sciences*, année 1747, sous le titre : *Invention des miroirs pour brûler à une grande distance.* Feu M. Bouguet, et quelques autres membres de cette savante compagnie, m'ayant fait plusieurs objections, tirées principalement de la doctrine de Descartes dans son *Traité de Dioptrique*, je crus devoir y répondre par le mémoire suivant, qui fut lu à l'Académie la même année, mais que je ne fis pas imprimer par ménagement pour mes adversaires en opinion. Cependant, comme il contient plusieurs choses utiles, et qu'il pourra servir de préservatif contre les erreurs contenues dans quelques livres d'optique, surtout dans celui de la *Dioptrique* de Descartes, que d'ailleurs il sert d'explication et de suite au mémoire précédent, j'ai jugé à propos de les joindre ici et de les publier ensemble.

ARTICLE SECOND.

Réflexions sur le jugement de Descartes au sujet des miroirs d'Archimède, avec le développement de la théorie de ces miroirs, et l'explication de leurs principaux usages.

La *Dioptrique* de Descartes, cet ouvrage qu'il a donné comme le premier et le principal essai de sa méthode de raisonner dans les sciences, doit être regardée comme un chef-d'œuvre pour son temps : mais les plus belles spéculations sont souvent démenties par l'expérience, et tous les jours les sublimes mathématiques sont obligées de se plier sous de nouveaux faits; car, dans l'application qu'on en fait aux plus petites parties de la physique, on doit se défier de toutes les circonstances, et ne pas se confier aux choses qu'on croit savoir assez, pour prononcer affirmativement sur celles qui sont inconnues. Ce défaut n'est cependant que trop ordinaire; et j'ai cru que je ferois quelque chose d'utile pour ceux qui veulent s'occuper d'optique, que de leur exposer ce qui manquoit à Descartes pour pouvoir donner une théorie de cette science qui fût susceptible d'être réduite en pratique.

Son *Traité de Dioptrique* est divisé en dix discours. Dans le premier, notre philosophe parle de la lumière; et comme il ignoroit son mouvement progressif, qui n'a été découvert que quelque temps après par Roëmer, il faut modifier tout ce qu'il dit à cet égard, et on ne doit adopter aucune des explications qu'il donne au sujet de la nature et de la propagation de la lumière, non plus que les comparaisons et les hypothèses qu'il emploie pour tâcher d'expliquer les causes et les effets de la vision. On sait actuellement que la lumière est environ 7 minutes 1/2 à venir du soleil jusqu'à nous, que cette émission du corps lumineux se renouvelle à chaque instant, et que ce n'est pas par la pression continue et par l'action ou plutôt l'ébranlement instantané d'une matière subtile que ses effets s'opèrent : ainsi toutes les parties de ce traité où l'auteur emploie cette théorie sont plus que suspectes, et les conséquences ne peuvent être qu'erronées.

Il en est de même de l'explication que Descartes donne de la réfraction; non seulement sa théorie est hypothétique pour la cause, mais la pratique est contraire dans tous les effets. Les mouvemens d'une balle qui traverse l'eau sont très-différens de ceux de la lumière qui traverse le même milieu; et s'il eût comparé ce qui arrive en effet à une balle, avec ce qui arrive à la lumière, il en auroit tiré des conséquences tout-à-fait opposées à celles qu'il a tirées.

Et, pour ne pas omettre une chose très-essentielle, et qui pourroit induire en erreur, il faut bien se garder, en lisant cet article, de croire, avec notre philosophe, que le mouvement rectiligne peut se changer naturellement en un mouvement circulaire : cette assertion est fausse, et le contraire est démontré depuis que l'on connoît les lois du mouvement.

Comme le second discours roule en grande partie sur cette théorie hypothétique de la réfraction, je me dispenserai de parler en détail des erreurs qui en sont les conséquences; un lecteur averti ne peut manquer de les remarquer.

Dans les troisième, quatrième, et cinquième discours, il est question de la vision; et l'explication que Descartes donne au sujet des images qui se forment au fond de l'œil est assez juste : mais ce qu'il dit sur les couleurs ne peut pas se soutenir, ni même s'entendre; car comment concevoir qu'une certaine proportion entre le mouvement rectiligne et un prétendu mouvement circulaire puisse produire des couleurs? Cette partie a été, comme l'on sait, traitée à fond et d'une manière démonstrative par Newton; et l'expérience a fait voir l'insuffisance de tous les systèmes précédens.

Je ne dirai rien du sixième discours, où il tâche d'expliquer comment se font nos sensations : quelque ingénieuses que soient ses hypothèses, il est aisé de sentir qu'elles sont gratuites; et comme il n'y a presque rien de mathématique dans cette partie, il est inutile de nous y arrêter.

Dans le septième et le huitième discours, Descartes donne une belle théorie géométrique sur les formes que doivent avoir les verres pour produire les effets qui peuvent servir à la perfection de la vision; et, après avoir examiné ce qui arrive aux rayons qui traversent ces verres de différentes formes, il conclut que les verres elliptiques et hyperboliques sont les meilleurs de tous pour rassembler les rayons; et il finit par donner, dans le neuvième discours, la manière de construire les lunettes de longue vue, et, dans le dixième et dernier discours, celle de tailler les verres.

Cette partie de l'ouvrage de Descartes, qui est proprement la seule partie mathématique de son traité, est plus fondée et beaucoup mieux raisonnée que les précé-

dentes : cependant on n'a point appliqué sa théorie à la pratique ; on n'a pas taillé des verres elliptiques ou hyperboliques, et l'on a oublié ces fameuses ovales qui font le principal objet du second livre de sa *Géométrie :* la différente réfrangibilité des rayons, qui étoit inconnue à Descartes, n'a pas été découverte, que cette théorie géométrique a été abandonnée. Il est en effet démontré qu'il n'y a pas autant à gagner par le choix de ces formes qu'il y a à perdre par la différente réfrangibilité des rayons, puisque, selon leur différent degré de réfrangibilité, ils se rassemblent plus ou moins près ; mais comme l'on est parvenu à faire des lunettes achromatiques, dans lesquelles on compense la différente réfrangibilité des rayons par des verres de différente densité, il seroit très-utile aujourd'hui de tailler des verres hyperboliques ou elliptiques, si l'on veut donner aux lunettes achromatiques toute la perfection dont elles sont susceptibles.

Après ce que je viens d'exposer, il me semble que l'on ne devroit pas être surpris que Descartes eût mal prononcé au sujet des miroirs d'Archimède, puisqu'il ignoroit un si grand nombre de choses qu'on a découvertes depuis : mais comme c'est ici le point particulier que je veux examiner, il faut rapporter ce qu'il en a dit, afin qu'on soit plus en état d'en juger.

« Vous pouvez aussi remarquer, par occasion, que les rayons du soleil ramassés par le verre elliptique doivent brûler avec plus de force qu'étant rassemblés par l'hyperbolique : car il ne faut pas seulement prendre garde aux rayons qui viennent du centre du soleil, mais aussi à tous les autres qui, venant des autres points de la superficie, n'ont pas sensiblement moins de force que ceux du centre ; en sorte que la violence de la chaleur qu'ils peuvent causer se doit mesurer par la grandeur du corps qui les assemble, comparée avec celle de l'espace où il les assemble...... sans que la grandeur du diamètre de ce corps y puisse rien ajouter, ni sa figure particulière, qu'environ un quart ou un tiers tout au plus. Il est certain que cette ligne brûlante à l'infini, que quelques-uns ont imaginée, n'est qu'une rêverie. »

Jusqu'ici il n'est question que de verres brûlans par réfraction : mais ce raisonnement doit s'appliquer de même aux miroirs par réflexion ; et avant que de faire voir que l'auteur n'a pas tiré de cette théorie les conséquences qu'il devoit en tirer, il est bon de lui répondre d'abord par l'expérience. Cette ligne brûlante à l'infini, qu'il regarde comme une rêverie, pourroit s'exécuter par des miroirs de réflexion semblables au mien, non pas à une distance infinie, parce que l'homme ne peut rien faire d'infini, mais à une distance indéfinie assez considérable : car supposons que mon miroir, au lieu d'être composé de deux cent vingt-quatre petites glaces, fût composé de deux mille, ce qui est possible, il n'en faut que vingt pour brûler à vingt pieds ; et le foyer étant comme une colonne de lumière, ces vingt glaces brûlent en même temps à dix-sept et à vingt-trois pieds : avec vingt-cinq autres glaces, je ferai un foyer qui brûlera depuis vingt-trois jusqu'à trente ; avec vingt-neuf glaces, un foyer qui brûlera depuis trente jusqu'à quarante ; avec trente-quatre glaces, un foyer qui brûlera depuis quarante jusqu'à cinquante-deux ; avec quarante glaces, depuis cinquante-deux jusqu'à soixante-quatre ; avec cinquante glaces, depuis soixante-quatre jusqu'à soixante-seize ; avec soixante glaces, depuis soixante-seize jusqu'à quatre-vingt-huit ; avec soixante-dix glaces, depuis quatre-vingt-huit jusqu'à cent pieds. Voilà donc déjà une ligne brûlante, depuis dix-sept jusqu'à cent pieds, où je n'aurai employé que trois cent vingt-huit glaces ; et, pour la continuer, il n'y a qu'à faire d'abord un foyer de quatre-vingts glaces, il brûlera depuis cent pieds jusqu'à cent seize ; et quatre-vingt-douze glaces, depuis cent seize jusqu'à cent trente-quatre pieds ; et cent huit glaces, depuis cent trente-quatre jusqu'à cent cinquante ; et cent vingt-quatre glaces, depuis cent cinquante jusqu'à cent soixante-dix ; et cent cinquante-quatre glaces, depuis cent soixante-dix jusqu'à deux cents pieds. Ainsi voilà ma ligne brûlante prolongée de cent pieds, en sorte que depuis dix-sept pieds jusqu'à deux cents pieds, en quelque endroit de cette distance qu'on puisse mettre un corps combustible, il sera brûlé ; et, pour cela, il ne faut en tout que huit cent quatre-vingt-six glaces de six pouces ; et en employant le reste des deux mille glaces, je prolongerai de même la ligne brûlante jusqu'à trois et quatre cents pieds ; et avec un plus grand nombre de glaces, par exemple avec quatre mille, je la prolongerai beaucoup plus loin, à une distance indéfinie. Or, tout ce qui, dans la pratique, est indéfini peut être regardé comme infini dans la théorie : donc notre célèbre philosophe a eu tort de dire que cette ligne brûlante à l'infini n'étoit qu'une rêverie.

Maintenant venons à la théorie. Rien

n'est plus vrai que ce que dit Descartes au sujet de la réunion des rayons du soleil, qui ne se fait pas dans un point, mais dans un espace ou foyer dont le diamètre augmente à proportion de la distance : mais ce grand philosophe n'a pas senti l'étendue de ce principe, qu'il ne donne que comme une remarque; car, s'il y eût fait attention, il n'auroit pas considéré, dans tout le reste de son ouvrage, les rayons du soleil comme parallèles; il n'auroit pas établi comme le fondement de la théorie de sa construction des lunettes la réunion des rayons dans un point, et il se seroit bien gardé de dire affirmativement[1] : « Nous pourrons, par cette invention, voir des objets aussi particuliers et aussi petits dans les astres que ceux que nous voyons communément sur la terre. » Cette assertion ne pouvoit être vraie qu'en supposant le parallélisme des rayons et leur réunion en seul point; et par conséquent elle est opposée à sa propre théorie, ou plutôt il n'a pas employé la théorie comme il le falloit : et en effet, s'il n'eût pas perdu de vue cette remarque, il eût supprimé les deux derniers livres de sa *Dioptrique;* car il auroit vu que, quand même les ouvriers eussent pu tailler les vers comme il l'exigeoit, ces verres n'auroient pas produit les effets qu'il leur a supposés, de nous faire distinguer les plus petits objets dans les astres, à moins qu'il n'eût en même temps supposé dans ces objets une intensité de lumière infinie, ou, ce qui revient au même, qu'ils eussent, malgré leur éloignement, pu former un angle sensible à nos yeux.

Comme ce point d'optique n'a jamais été bien éclairci, j'entrerai dans quelques détails à cet égard. On peut démontrer que deux objets également lumineux, et dont les diamètres sont différens, ou bien que deux objets dont les diamètres sont égaux, et dont l'intensité de lumière est différente, doivent être observés avec des lunettes différentes : que, pour observer avec le plus grand avantage possible, il faudroit des lunettes différentes pour chaque planète; que, par exemple, Vénus, qui nous paroît bien plus petite que la lune, et dont je suppose pour un instant la lumière égale à celle de la lune, doit être observée avec une lunette d'un plus long foyer que la lune; et que la perfection des lunettes, pour en tirer le plus grand avantage possible, dépend d'une combinaison qu'il faut faire non seulement entre les diamètres et les courbures des verres, comme Descartes l'a fait, mais encore entre ces mêmes diamètres et l'intensité de la lumière de l'objet qu'on observe. Cette intensité de la lumière de chaque objet est un élément que les auteurs qui ont écrit sur l'optique n'ont jamais employé; et cependant il fait plus que l'augmentation de l'angle sous lequel un objet doit nous paroître, en vertu de la courbure des verres. Il en est de même d'une chose qui semble être un paradoxe; c'est que les miroirs ardens, soit par réflexion, soit par réfraction, feroient un effet toujours égal, à quelque distance qu'on les mît du soleil. Par exemple, mon miroir, brûlant, à cent cinquante pieds, du bois sur la terre, brûleroit de même à cent cinquante pieds, et avec autant de force, du bois dans Saturne, où cependant la chaleur du soleil est environ cent fois moindre que sur la terre. Je crois que les bons esprits sentiront bien, sans autre démonstration, la vérité de ces deux propositions, quoique toutes deux nouvelles et singulières.

Mais, pour ne pas m'écarter du sujet que je me suis proposé, et pour démontrer que Descartes n'ayant pas la théorie qui est nécessaire pour construire les miroirs d'Archimède, il n'étoit pas en état de prononcer qu'ils étoient impossibles, je vais faire sentir, autant que je le pourrai, en quoi consistoit la difficulté de cette invention.

Si le soleil, au lieu d'occuper à nos yeux un espace de 32 minutes de degré, étoit réduit en un point, alors il est certain que ce point de lumière réfléchie par un point d'une surface polie, produiroit à toutes les distances une lumière et une chaleur égales, parce que l'interposition de l'air ne fait rien ou presque rien ici; que par conséquent un miroir dont la surface seroit égale à celle d'un autre brûleroit à dix lieues à peu près aussi bien que le premier brûleroit à dix pieds, s'il étoit possible de le travailler sur une sphère de quarante lieues, comme on peut travailler l'autre sur une sphère de quarante pieds; parce que chaque point de la surface du miroir réfléchissant le point lumineux auquel nous avons réduit le disque du soleil, on auroit, en variant la courbure des miroirs, une égale lumière à toutes les distances, sans changer leurs diamètres. Ainsi, pour brûler à une grande distance, dans ce cas il faudroit en effet un miroir très-exactement travaillé sur une sphère, ou une hyperboloïde proportionnée à la distance, ou bien un miroir brisé en une infinité de points physiques plans, qu'il

1. Page 131.

faudroit faire coïncider au même point : mais le disque du soleil occupant un espace de 32 minutes de degré, il est clair que le même miroir sphérique ou hyperbolique, ou d'une autre figure quelconque, ne peut jamais, en vertu de cette figure, réduire l'image du soleil en un espace plus petit que de 32 minutes; que dès lors l'image augmentera toujours à mesure qu'on s'éloignera; que, de plus, chaque point de la surface nous donnera une image d'une même largeur, par exemple, d'un demi-pied à soixante pieds : or, comme il est nécessaire, pour produire tout l'effet possible, que toutes ces images coïncident dans cet espace d'un demi-pied, alors, au lieu de briser le miroir en une infinité de parties, il est évident qu'il est à peu près égal et beaucoup plus commode de ne le briser qu'en un petit nombre de parties planes d'un demi-pied de diamètre chacune, parce que chaque petit miroir plan d'un demi-pied donnera une image d'environ un demi-pied, qui sera à peu près aussi lumineuse qu'une pareille surface d'un demi-pied, prise dans le miroir sphérique ou hyperbolique.

La théorie de mon miroir ne consiste donc pas, comme on l'a dit ici, à avoir trouvé l'art d'inscrire aisément des plans dans une surface sphérique, et le moyen de changer à volonté la courbure de cette surface sphérique; mais elle suppose cette remarque plus délicate, et qui n'avoit jamais été faite, c'est qu'il y a presque autant d'avantage à se servir de miroirs plans que de miroirs de toute autre figure, dès qu'on veut brûler à une certaine distance, et que la grandeur du miroir plan est déterminée par la grandeur de l'image à cette distance, en sorte qu'à la distance de soixante pieds, où l'image du soleil a environ un demi-pied de diamètre, on brûlera à peu près aussi bien avec des miroirs plans d'un demi-pied qu'avec des miroirs hyperboliques les mieux travaillés, pourvu qu'ils n'aient que la même grandeur. De même, avec des miroirs plans d'un pouce et demi, on brûlera à quinze pieds à peu près avec autant de force qu'avec un miroir exactement travaillé dans toutes ses parties; et, pour le dire en un mot, un miroir à facettes plates produira à peu près autant d'effet qu'un miroir travaillé avec la dernière exactitude dans toutes ses parties, pourvu que la grandeur de chaque facette soit égale à la grandeur de l'image du soleil; et c'est par cette raison qu'il y a une certaine proportion entre la grandeur des miroirs plans et les distances, et que, pour brûler plus loin, on peut employer, même avec avantage, de plus grandes glaces dans mon miroir que pour brûler plus près.

Car si cela n'étoit pas, on sent bien qu'en réduisant, par exemple, mes glaces de six pouces à trois pouces, et employant quatre fois autant de ces glaces que des premières, ce qui revient au même pour l'étendue de la surface du miroir, j'aurois eu quatre fois plus d'effet, et que plus les glaces seroient petites, et plus le miroir produiroit d'effet; et c'est à ceci que se seroit réduit l'art de quelqu'un qui auroit seulement tenté d'inscrire une surface polygone dans une sphère, et qui auroit imaginé l'ajustement dont je me suis servi pour faire changer à volonté la courbure de cette surface : il auroit fait les glaces les plus petites qu'il auroit été possible; mais le fond et la théorie de la chose est d'avoir reconnu qu'il n'étoit pas seulement question d'inscrire une surface polygone dans une sphère avec exactitude, et d'en faire varier la courbure à volonté, mais encore que chaque partie de cette surface devoit avoir une certaine grandeur déterminée pour produire aisément un grand effet; ce qui fait un problème fort différent, et dont la solution m'a fait voir qu'au lieu de travailler ou de briser un miroir dans toutes ses parties pour faire coïncider les images au même endroit, il suffisoit de le briser ou de le travailler à facettes planes en grandes portions égales à la grandeur de l'image, et qu'il y avoit peu à gagner en le brisant en de trop petites parties, ou, ce qui est la même chose, en le travaillant exactement dans tous ses points. C'est pour cela que j'ai dit dans mon mémoire que, pour brûler à de grandes distances, il falloit imaginer quelque chose de nouveau et de tout-à-fait indépendant de ce qu'on avoit pensé et pratiqué jusqu'ici; et ayant supputé géométriquement la différence, j'ai trouvé qu'un miroir parfait, de quelque courbure qu'il puisse être, n'aura jamais plus d'avantage sur le mien que de 17 à 10, et qu'en même temps l'exécution en seroit impossible pour ne brûler même qu'à une petite distance, comme de vingt-cinq ou trente pieds. Mais revenons aux assertions de Descartes.

Il dit ensuite « qu'ayant deux verres ou miroirs ardens, dont l'un soit beaucoup plus grand que l'autre, de quelque façon qu'il puisse être, pourvu que leurs figures soient toutes pareilles, le plus grand doit bien ramasser les rayons du soleil en un plus grand espace et plus loin de soi que le

plus petit, mais que ces rayons ne doivent point avoir plus de force en chaque partie de cet espace qu'en celui où le plus petit les ramasse, en sorte qu'on peut faire des verres ou miroirs extrêmement petits, qui brûleront avec autant de violence que les plus grands. »

Ceci est absolument contraire aux expériences que j'ai rapportées dans mon mémoire, où j'ai fait voir qu'à égale intensité de lumière un grand foyer brûle beaucoup plus qu'un petit : et c'est en partie sur cette remarque, tout opposée au sentiment de Descartes, que j'ai fondé la théorie de mes miroirs; car voici ce qui suit de l'opinion de ce philosophe. Prenons un grand miroir ardent, comme celui du sieur Segard, qui a trente-deux pouces de diamètre, et un foyer de neuf lignes de largeur à six pieds de distance, auquel foyer le cuivre se fond en une minute, et faisons dans les mêmes proportions un petit miroir ardent de trente-deux lignes de diamètre, dont le foyer sera de 9/12 ou de 3/4 de ligne de diamètre, et la distance de six pouces : puisque le grand miroir fond le cuivre en une minute dans l'étendue de son foyer, qui est de neuf lignes, le petit doit, selon Descartes, fondre dans le même temps la même matière dans l'étendue de son foyer, qui est de 3/4 de ligne : or j'en appelle à l'expérience, et on verra que, bien loin de fondre le cuivre, à peine ce petit verre brûlant pourra-t-il lui donner un peu de chaleur.

Comme ceci est une remarque physique et qui n'a pas peu servi à augmenter mes espérances lorsque je doutois encore si je pourrois produire du feu à une grande distance, je crois devoir communiquer ce que j'ai pensé à ce sujet.

La première chose à laquelle je fis attention, c'est que la chaleur se communique de proche en proche et se disperse, quand même elle est appliquée continuellement sur le même point : par exemple, si on fait tomber le foyer d'un verre ardent sur le centre d'un écu, et que ce foyer n'ait qu'une ligne de diamètre, la chaleur qu'il produit sur le centre de l'écu se disperse et s'étend dans le volume entier de l'écu, et il devient chaud jusqu'à la circonférence; dès lors toute la chaleur, quoique employée d'abord contre le centre de l'écu, ne s'y arrête pas, et ne peut pas produire un aussi grand effet que si elle y demeuroit tout entière. Mais si au lieu d'un foyer d'une ligne, qui tombe sur le milieu de l'écu, je fais tomber sur l'écu tout entier un foyer d'égale force au premier, toutes les parties de l'écu étant également échauffées dans ce dernier cas, il n'y a pas de perte de chaleur comme dans le premier; et le point du milieu profitant de la chaleur des autres points autant que ces points profitent de la sienne, l'écu sera fondu par la chaleur dans ce dernier cas, tandis que dans le premier il n'aura été que légèrement échauffé. De là je conclus que toutes les fois qu'on peut faire un grand foyer, on est sûr de produire de plus grands effets qu'avec un petit foyer, quoique l'intensité de lumière soit la même dans tous deux, et qu'un petit miroir ardent ne peut jamais faire autant d'effet qu'un grand; et même qu'avec une moindre intensité de lumière un grand miroir doit faire plus d'effet qu'un petit, la figure de ces deux miroirs étant toujours supposée semblable. Ceci, qui, comme l'on voit, est directement opposé à ce que dit Descartes, s'est trouvé confirmé par les expériences rapportées dans mon mémoire. Mais je ne me suis pas borné à savoir d'une manière générale que les grands foyers agissoient avec plus de force que les petits : j'ai déterminé à très-peu près de combien est cette augmentation de force, et j'ai vu qu'elle étoit très-considérable; car j'ai trouvé que s'il faut dans un miroir cent quarante-quatre fois la surface d'un foyer de six lignes de diamètre pour brûler, il faut au moins le double, c'est-à-dire deux cent quatre-vingt-huit fois cette surface pour brûler à un foyer de deux lignes, et qu'à un foyer de six pouces il ne faut pas trente fois cette même surface du foyer pour brûler; ce qui fait, comme l'on voit, une prodigieuse différence, sur laquelle j'ai compté lorsque j'ai entrepris de faire mon miroir; sans cela il y auroit eu de la témérité à l'entreprendre, et il n'auroit pas réussi. Car supposons un instant que je n'eusse pas eu cette connoissance de l'avantage des grands foyers sur les petits, voici comme j'aurois été obligé de raisonner : Puisqu'il faut à un miroir deux cent quatre-vingt-huit fois la surface du foyer pour brûler dans un espace de deux lignes, il faudra de même deux cent quatre-vingt-huit glaces ou miroirs de six pouces pour brûler dans un espace de six pouces; et dès lors, pour brûler seulement à cent pieds, il auroit fallu un miroir composé d'environ onze cent cinquante-deux glaces de six pouces; ce qui étoit une grandeur énorme pour un petit effet, et cela étoit plus que suffisant pour me faire abandonner mon projet : mais connoissant l'avantage considérable des

grands foyers sur les petits, qui, dans ce cas, est de 288 à 30, je sentis qu'avec cent vingt glaces de six pouces je brûlerois très-certainement à cent pieds; et c'est sur cela que j'entrepris avec confiance la construction de mon miroir, qui, comme l'on voit, suppose une théorie, tant mathématique que physique, fort différente de ce qu'on pouvoit imaginer au premier coup d'œil.

Descartes ne devoit donc pas affirmer qu'un petit miroir ardent brûleroit aussi violemment qu'un grand.

Il dit ensuite : « Et un miroir ardent dont le diamètre n'est pas plus grand qu'environ la centième partie de la distance qui est entre lui et le lieu où il doit rassembler les rayons du soleil, c'est-à-dire qui a même proportion avec cette distance qu'a le diamètre du soleil avec celle qui est entre lui et nous, fût-il poli par un ange, ne peut faire que les rayons qu'il assemble échauffent plus en l'endroit où il les assemble que ceux qui viennent directement du soleil; ce qui se doit aussi entendre des verres brûlans à proportion : d'où vous pouvez voir que ceux qui ne sont qu'à demi savans en l'optique se laissent persuader beaucoup de choses qui sont impossibles, et que ces miroirs dont on a dit qu'Archimède brûloit des navires de fort loin devoient être extrêmement grands, ou plutôt qu'ils sont fabuleux. »

C'est ici que je bornerai mes réflexions : si notre illustre philosophe eût su que les grands foyers brûlent plus que les petits à égale intensité de lumière, il auroit jugé bien différemment, et il auroit mis une forte restriction à cette conclusion.

Mais, indépendamment de cette connoissance qui lui manquoit, son raisonnement n'est point du tout exact; car un miroir ardent dont le diamètre n'est pas plus grand qu'environ la centième partie qui est entre lui et le lieu où il doit rassembler les rayons, n'est plus un miroir ardent, puisque le diamètre de l'image est environ égal au diamètre du miroir dans ce cas, et par conséquent il ne peut rassembler les rayons, comme le dit Descartes, qui semble n'avoir pas vu qu'on doit réduire ce cas à celui des miroirs plans. Mais de plus, en n'employant que ce qu'il savoit et ce qu'il avoit prévu, il est visible que s'il eût réfléchi sur l'effet de ce prétendu miroir qu'il suppose poli par un ange, et qui ne doit pas rassembler, mais seulement réfléchir la lumière avec autant de force qu'elle en a en venant directement du soleil, il auroit vu qu'il étoit possible de brûler à de grandes distances avec un miroir de médiocre grandeur, s'il eût pu lui donner la figure convenable; car il auroit trouvé que, dans cette hypothèse, un miroir de cinq pieds auroit brûlé à plus de deux cents pieds, parce qu'il ne faut pas six fois la chaleur du soleil pour brûler à cette distance; et de même, qu'un miroir de sept pieds auroit brûlé à près de quatre cents pieds, ce qui ne fait pas des miroirs assez grands pour qu'on puisse les traiter de fabuleux.

Il me reste à observer que Descartes ignoroit combien il falloit de fois la lumière du soleil pour brûler; qu'il ne dit pas un mot des miroirs plans; qu'il étoit fort éloigné de soupçonner la mécanique par laquelle on pouvoit les disposer pour brûler au loin, et que par conséquent il a prononcé sans avoir assez de connoissances sur cette matière, et même sans avoir fait assez de réflexions sur ce qu'il en savoit.

Au reste, je ne suis pas le premier qui aie fait quelques reproches à Descartes sur ce sujet, quoique j'en aie acquis le droit plus qu'un autre; car, pour ne pas sortir du sein de cette compagnie [1], je trouve que M. du Fay en a presque dit autant que moi. Voici ses paroles : « Il ne s'agit pas, dit-il, si un tel miroir qui brûleroit à six cents pieds est possible ou non, mais si, physiquement parlant, cela peut arriver. Cette opinion a été extrêmement contredite, et je dois mettre Descartes à la tête de ceux qui l'ont combattue. » Mais quoique M. du Fay regardât la chose comme impossible à exécuter, il n'a pas laissé de sentir que Descartes avoit eu tort d'en nier la possibilité dans la théorie. J'avouerai volontiers que Descartes a entrevu ce qui arrive aux images réfléchies ou réfractées à différentes distances, et qu'à cet égard sa théorie est peut-être aussi bonne que celle de M. du Fay, que ce dernier n'a pas développée; mais les inductions qu'il en tire sont trop générales et trop vagues, et les dernières conséquences sont fausses; car si Descartes eût bien compris toute cette matière, au lieu de traiter le miroir d'Archimède de chose impossible et fabuleuse, voici ce qu'il auroit dû conclure de sa propre théorie : Puisqu'un miroir ardent, dont le diamètre n'est pas plus grand que la centième partie de la distance qui est entre le lieu où il doit rassembler les rayons du soleil, fût-il poli par un ange, ne peut faire que les rayons qu'il assemble échauffent

1. L'Académie royale des Sciences.

plus en l'endroit où il les assemble que ceux qui viennent directement du soleil, ce miroir ardent doit être considéré comme un miroir plan parfaitement poli, et par conséquent, pour brûler à une grande distance, il faut autant de ces miroirs plans qu'il faut de fois la lumière directe du soleil pour brûler; en sorte que les miroirs dont on dit qu'Archimède s'est servi pour brûler des vaisseaux de loin devoient être composés de miroirs plans, dont il falloit au moins un nombre égal au nombre de fois qu'il faut à la lumière directe du soleil pour brûler. Cette conclusion, qui eût été la vraie selon ses principes, est, comme l'on voit, fort différente de celle qu'il a donnée.

On est maintenant en état de juger si je n'ai pas traité le célèbre Descartes avec tous les égards que mérite son grand nom, lorsque j'ai dit dans mon mémoire : « Descartes, né pour juger et même pour surpasser Archimède, a prononcé contre lui d'un ton de maître : il a nié la possibilité de l'invention; et son opinion a prévalu sur les témoignages et la croyance de toute l'antiquité. »

Ce que je viens d'exposer suffit pour justifier ces termes que l'on m'a reprochés; et peut-être même sont-ils trop forts, car Archimède étoit un très-grand génie; et lorsque j'ai dit que Descartes étoit né pour le juger, et même pour le surpasser, j'ai senti qu'il pouvoit bien y avoir un peu de compliment national dans mon expression.

J'aurois encore beaucoup de choses à dire sur cette matière; mais comme ceci est déjà bien long, quoique j'aie fait tous mes efforts pour être court, je me bornerai pour le fond du sujet à ce que je viens d'exposer; mais je ne puis me dispenser de parler encore un moment au sujet de l'historique de la chose, afin de satisfaire, par ce seul mémoire, à toutes les objections et difficultés qu'on m'a faites.

Je ne prétends pas prononcer affirmativement qu'Archimède se soit servi de pareils miroirs au siége de Syracuse, ni même que ce soit lui qui les ait inventés; et je ne les ai appelés *les miroirs d'Archimède* que parce qu'ils étoient connus sous ce nom depuis plusieurs siècles. Les auteurs contemporains et ceux des temps qui suivent celui d'Archimède, et qui sont parvenus jusqu'à nous, ne font pas mention de ces miroirs : Tite-Live, à qui le merveilleux fait tant de plaisir à raconter, n'en parle pas; Polybe, à l'exactitude de qui les grandes inventions n'auroient pas échappé, puisqu'il entre dans le détail des plus petites, et qu'il décrit très-soigneusement les plus legères circonstances du siége de Syracuse, garde un silence profond au sujet de ces miroirs; Plutarque, ce judicieux et grave auteur, qui a rassemblé un si grand nombre de faits particuliers de la vie d'Archimède, parle aussi peu des miroirs que les deux précédens. En voilà plus qu'il n'en faut pour se croire fondé à douter de la vérité de cette histoire : cependant ce ne sont ici que des témoignages négatifs; et quoiqu'ils ne soient pas indifférens, ils ne peuvent jamais donner une probabilité équivalente à celle d'un seul témoignage positif.

Galien, qui vivoit dans le second siècle, est le premier qui en ait parlé; et après avoir raconté l'histoire d'un homme qui enflamma de loin un morceau de bois résineux, mêlé avec de la fiente de pigeon, il dit que c'est de cette façon qu'Archimède brûla les vaisseaux des Romains; mais, comme il ne décrit pas ce moyen de brûler de loin, et que son expression peut signifier aussi bien un feu qu'on auroit lancé à la main ou par quelque machine, qu'une lumière réfléchie par un miroir, son témoignage n'est pas assez clair pour qu'on puisse en rien conclure d'affirmatif. Cependant on doit présumer, et même avec une grande probabilité, qu'il ne rapporte l'histoire de cet homme qui brûla au loin que parce qu'il le fit d'une manière singulière, et que, s'il n'eût brûlé qu'en lançant le feu à la main, ou en le jetant par le moyen d'une machine, il n'y auroit eu rien d'extraordinaire dans cette façon d'enflammer, rien par conséquent qui fût digne de remarque, et qui méritât d'être rapporté et comparé à ce qu'avoit fait Archimède, et dès lors Galien n'en eût pas fait mention.

On a aussi des témoignages semblables de deux ou trois autres auteurs du troisième siècle, qui disent seulement qu'Archimède brûla de loin les vaisseaux des Romains, sans expliquer les moyens dont il se servit; mais les témoignages des auteurs du douzième siècle ne sont point équivoques, et surtout ceux de Zonaras et de Tzetzès que j'ai cités; c'est-à-dire ils nous font voir clairement que cette invention étoit connue des anciens; car la description qu'en fait ce dernier auteur suppose nécessairement ou qu'il eût trouvé lui-même le moyen de construire ces miroirs, ou qu'il l'eût appris et cité d'après quelque auteur qui en avoit fait une très-exacte description, et que l'inventeur, quel qu'il fût, entendoit à fond la théorie de ces miroirs; ce qui résulte de ce que dit Tzetzès de la figure de vingt-quatre angles

ou côtés qu'avoient les petits miroirs, ce qui est en effet la figure la plus avantageuse. Ainsi on ne peut pas douter que ces miroirs n'aient été inventés et exécutés autrefois, et le témoignage de Zonaras, au sujet de Proclus, n'est pas suspect : « Proclus s'en servit, dit-il, au siége de Constantinople, l'an 514, et il brûla la flotte de Vitalien. » Et même ce que Zonaras ajoute me paroît une espèce de preuve qu'Archimède étoit le premier inventeur de ces miroirs ; car il dit précisément que cette découverte étoit ancienne, et que l'historien Dion en attribue l'honneur à Archimède, qui la fit et s'en servit contre les Romains au siége de Syracuse. Les livres de Dion où il est parlé du siége de Syracuse ne sont pas parvenus jusqu'à nous ; mais il y a grande apparence qu'ils existoient encore du temps de Zonaras, et que, sans cela, il ne les eût pas cités comme il l'a fait. Ainsi, toutes les probabilités de part et d'autre étant évaluées, il reste une forte présomption qu'Archimède avoit en effet inventé ces miroirs, et qu'il s'en étoit servi contre les Romains. Feu M. Melot que j'ai cité dans mon mémoire, et qui avoit fait des recherches particulières et très-exactes sur ce sujet, étoit de ce sentiment, et il pensoit qu'Archimède avoit en effet brûlé les vaisseaux à une distance médiocre, et, comme le dit Tzetzès, à la portée du trait. J'ai évalué la portée du trait à cent cinquante pieds d'après ce que m'en ont dit des savans très-versés dans la connoissance des usages anciens : ils m'ont assuré que toutes les fois qu'il est question, dans les auteurs, de la portée du trait, on doit entendre la distance à laquelle un homme lançoit à la main un trait ou un javelot ; et, si cela est, je crois avoir donné à cette distance toute l'étendue qu'elle peut comporter.

J'ajouterai qu'il n'est question dans aucun auteur ancien d'une plus grande distance, comme de trois stades, et j'ai déjà dit que l'auteur qu'on m'avoit cité, Diodore de Sicile, n'en parle pas, non plus que du siége de Syracuse, et que ce qui nous reste de cet auteur finit à la guerre d'Ipsus et d'Antigonus, environ soixante ans avant le siége de Syracuse. Ainsi on ne peut pas excuser Descartes en supposant qu'il a cru que la distance à laquelle on a prétendu qu'Archimède avoit brûlé étoit très-grande, comme par exemple de trois stades, puisque cela n'est dit dans aucun auteur ancien, et qu'au contraire il est dit dans Tzetzès que cette distance n'étoit que de la portée du trait ; mais je suis convaincu que c'est cette même distance que Descartes a regardée comme fort grande, et qu'il étoit persuadé qu'il n'étoit pas possible de faire des miroirs pour brûler à cent cinquante pieds ; qu'enfin c'est pour cette raison qu'il a traité ceux d'Archimède de fabuleux.

Au reste, les effets du miroir que j'ai construit ne doivent être regardés que comme des essais sur lesquels, à la vérité, on peut statuer, toutes proportions gardées, mais qu'on ne doit pas considérer comme les plus grands effets possibles ; car je suis convaincu que si on vouloit faire un miroir semblable, avec toutes les attentions nécessaires, il produiroit plus du double de l'effet. La première attention seroit de prendre des glaces de figure hexagone, ou même de vingt-quatre côtés, au lieu de les prendre barlongues, comme celles que j'ai employées, et cela, afin d'avoir des figures qui pussent s'ajuster ensemble sans laisser de grands intervalles, et qui approchassent en même temps de la figure circulaire. La seconde seroit de faire polir ces glaces jusqu'au dernier degré par un lunetier, au lieu de les employer telles qu'elles sortent de la manufacture, où le polîment se faisant par une portion de cercle, les glaces sont toujours un peu concaves et irrégulières. La troisième attention seroit de choisir, parmi un grand nombre de glaces, celles qui donneroient à une grande distance une image plus vive et mieux terminée, ce qui est extrêmement important, et au point qu'il y a dans mon miroir des glaces qui font seules trois fois plus d'effet que d'autres à une grande distance, quoiqu'à une petite distance, comme de vingt ou vingt-cinq pieds, l'effet en paroisse absolument le même. Quatrièmement, il faudroit des glaces d'un demi-pied tout au plus de surface pour brûler à cent cinquante ou deux cents pieds, et d'un pied de surface pour brûler à trois ou quatre cents pieds. Cinquièmement, il faudroit les faire étamer avec plus de soin qu'on ne le fait ordinairement. J'ai remarqué qu'en général les glaces fraîchement étamées réfléchissent plus de lumière que celles qui le sont anciennement ; l'étamage, en se séchant, se gerce, se divise, et laisse de petits intervalles qu'on aperçoit en y regardant de près avec une loupe ; et ces petits intervalles donnant passage à la lumière, la glace en réfléchit d'autant moins. On pourroit trouver le moyen de faire un meilleur étamage, et je crois qu'on y parviendroit en employant de l'or et du vif-argent : la lumière seroit peut-être un peu jaune par la réflexion de cet étamage ; mais

bien loin que cela fît un désavantage, j'imagine au contraire qu'il y auroit à gagner, parce que les rayons jaunes sont ceux qui ébranlent le plus fortement la rétine et qui brûlent le plus violemment, comme je crois m'en être assuré, en réunissant, au moyen d'un verre lenticulaire, une quantité de rayons jaunes qui m'étoient fournis par un grand prisme, et en comparant leur action avec une égale quantité de rayons de toute autre couleur, réunis par le même verre lenticulaire, et fournis par le même prisme.

Sixièmement, il faudroit un châssis de fer et des vis de cuivre, et un ressort pour assujettir chacune des petites planches qui portent les glaces; tout cela conforme à un modèle que j'ai fait exécuter par le sieur Chopitel, afin que la sécheresse et l'humidité, qui agissent sur le châssis et les vis en bois, ne causassent pas d'inconvénient, et que le foyer, lorsqu'il est une fois formé, ne fût pas sujet à s'élargir, et à se déranger lorsqu'on fait rouler le miroir sur son pivot, ou qu'on le fait tourner autour de son axe pour suivre le soleil : il faudroit aussi y ajouter une alidade avec deux pinnules au milieu de la partie inférieure du châssis, afin de s'assurer de la position du miroir par rapport au soleil, et une autre alidade semblable, mais dans un plan vertical au plan de la première, pour suivre le soleil à ses différentes hauteurs.

Au moyen de toutes ces attentions, je crois pouvoir assurer, par l'expérience que j'ai acquise en me servant de mon miroir, qu'on pourroit en réduire la grandeur à moitié, et qu'au lieu d'un miroir de sept pieds avec lequel j'ai brûlé du bois à cent cinquante pieds, on produiroit le même effet avec un miroir de cinq pieds et demi, ce qui n'est, comme l'on voit, qu'une très-médiocre grandeur pour un très-grand effet; et, de même, je crois pouvoir assurer qu'il ne faudroit alors qu'un miroir de quatre pieds et demi pour brûler à cent pieds, et qu'un miroir de trois pieds et demi brûleroit à soixante pieds, ce qui est une distance bien considérable en comparaison du diamètre du miroir.

Avec un assemblage de petits miroirs plans hexagones et d'acier poli, qui auroient plus de solidité, plus de durée que les glaces étamées, et qui ne seroient point sujets aux altérations que la lumière du soleil fait subir à la longue à l'étamage, on pourroit produire des effets très-utiles, et qui dédommageroient amplement des dépenses de la construction du miroir.

1° Pour toutes les opérations des eaux salées, où l'on est obligé de consommer du bois et du charbon, ou d'employer l'art des bâtimens de graduation, qui coûtent beaucoup plus que la construction de plusieurs miroirs tels que je les propose. Il ne faudroit, pour l'évaporation des eaux salées, qu'un assemblage de douze miroirs plans d'un pied carré chacun; la chaleur qu'ils réfléchiront à leur foyer, quoique dirigée au dessous de leur niveau, et à quinze ou seize pieds de distance, sera encore assez grande pour faire bouillir l'eau, et produire par conséquent une prompte évaporation; car la chaleur de l'eau bouillante n'est que triple de la chaleur du soleil d'été; et, comme la réflexion d'une surface plane bien polie ne diminue la chaleur que de moitié, il ne faudroit que six miroirs pour produire au foyer une chaleur égale à celle de l'eau bouillante; mais j'en double le nombre, afin que la chaleur se communique plus vite, et aussi à cause de la perte occasionée par l'obliquité sous laquelle le faisceau de la lumière tombe sur la surface de l'eau qu'on veut faire évaporer, et encore parce que l'eau salée s'échauffe plus lentement que l'eau douce. Ce miroir, dont l'assemblage ne formeroit qu'un carré de quatre pieds de largeur sur trois de hauteur, seroit aisé à manier et à transporter; et, si l'on vouloit en doubler ou tripler les effets dans le même temps, il vaudroit mieux faire plusieurs miroirs semblables, c'est-à-dire doubler ou tripler le nombre de ces mêmes miroirs de quatre pieds sur trois que d'en augmenter l'étendue; car l'eau ne peut recevoir qu'un certain degré de chaleur déterminée, et l'on ne gagneroit presque rien à augmenter ce degré, et par conséquent la grandeur du miroir; au lieu qu'en faisant deux foyers par deux miroirs égaux, on doublera l'effet de l'évaporation, et on le triplera par trois miroirs dont les foyers tomberont séparément les uns des autres sur la surface de l'eau qu'on veut faire évaporer. Au reste, l'on ne peut éviter la perte causée par l'obliquité; et si l'on veut y remédier, ce ne peut être que par une autre perte encore plus grande, en recevant d'abord les rayons du soleil sur une grande glace qui les réfléchiroit sur le miroir brisé; car alors il brûleroit en bas, au lieu de brûler en haut; mais il perdroit moitié de la chaleur par la première réflexion, et moitié du reste par la seconde; en sorte qu'au lieu de six petits miroirs, il en faudroit douze pour obtenir une chaleur égale à celle de l'eau bouillante.

Pour que l'évaporation se fasse avec plus

de succès, il faudra diminuer l'épaisseur de l'eau autant qu'il sera possible. Une masse d'eau d'un pied d'épaisseur ne s'évaporera pas aussi vite, à beaucoup près, que la masse même réduite à six pouces d'épaisseur et augmentée du double en superficie. D'ailleurs le fond étant plus près de la surface, il s'échauffe plus promptement, et cette chaleur que reçoit le fond du vaisseau contribue encore à la célérité de l'évaporation.

2° On pourra se servir avec avantage de ces miroirs pour calciner les plâtres et même les pierres calcaires; mais il les faudroit plus grands et placer les matières en haut, afin de ne rien perdre par l'obliquité de la lumière. On a vu par les expériences détaillées dans le second de ces mémoires que le gypse s'échauffe plus d'une fois plus vite que la pierre calcaire tendre, et près de deux fois plus vite que le marbre ou la pierre calcaire dure; leur calcination respective doit être en même raison. J'ai trouvé, par une expérience répétée trois fois, qu'il faut un peu plus de chaleur pour calciner le gypse blanc qu'on appelle *albâtre* que pour fondre le plomb. Or la chaleur nécessaire pour fondre le plomb est, suivant les expériences de Newton, huit fois plus grande que la chaleur du soleil d'été: il faudroit donc au moins seize petits miroirs pour calciner le gypse; et à cause des pertes occasionées tant par l'obliquité de la lumière que par l'irrégularité du foyer, qu'on n'éloignera pas au delà de quinze pieds, je présume qu'il faudroit vingt et peut-être vingt-quatre miroirs d'un pied carré chacun pour calciner le gypse en peu de temps: par conséquent il faudroit un assemblage de quarante-huit de ces petits miroirs pour opérer la calcination sur la pierre calcaire la plus tendre, et soixante-douze des mêmes miroirs d'un pied en carré pour calciner les pierres calcaires dures. Or un miroir de douze pieds de largeur sur six pieds de hauteur ne laisse pas d'être une grosse machine embarrassante et difficile à mouvoir, à monter et à maintenir. Cependant on viendroit à bout de ces difficultés, si le produit de la calcination étoit assez considérable pour équivaloir et même surpasser la dépense de la consommation du bois: il faudroit, pour s'en assurer, commencer par calciner le plâtre avec un miroir de vingt-quatre pièces, et, si cela réussissoit, faire deux autres miroirs pareils, au lieu d'en faire un grand de soixante-douze pièces; car, en faisant coïncider les foyers de ces trois miroirs de vingt-quatre pièces, on produira une chaleur égale, et qui seroit assez forte pour calciner le marbre ou la pierre dure.

Mais une chose très-essentielle reste douteuse; c'est de savoir combien il faudroit de temps pour calciner, par exemple, un pied cube de matière, surtout si ce pied cube n'étoit frappé de chaleur que par une face: je vois qu'il se passeroit du temps avant que la chaleur eût pénétré toute son épaisseur; je vois que, pendant tout ce temps, il s'en perdroit une assez grande partie qui sortiroit de ce bloc de matière après y être entrée: je crains donc beaucoup que la pierre n'étant pas saisie par la chaleur de tous les côtés à la fois, la calcination ne fût très-lente, et le produit en chaux très-petit. L'expérience seule peut ici décider; mais il faudroit au moins la tenter sur les matières gypseuses, dont la calcination doit être une fois plus prompte que celle des pierres calcaires[1].

En concentrant cette chaleur du soleil dans un four qui n'auroit d'autre ouverture que celle qui laisseroit entrer la lumière, on empêcheroit en grande partie la chaleur de s'évaporer; et en mêlant avec les pierres calcaires une petite quantité de brasque ou poudre de charbon, qui de toutes les matières combustibles est la moins chère, cette légère quantité d'aliment suffiroit pour nourrir et augmenter de beaucoup la quantité de chaleur; ce qui produiroit une plus ample et plus prompte calcination, et à très-peu de frais, comme on l'a vu par la seconde expérience du quatrième mémoire.

3° Ces miroirs d'Archimède peuvent servir en effet à mettre le feu dans des voiles de vaisseau, et même dans le bois goudronné, à plus de cent cinquante pieds de distance: on pourroit s'en servir aussi contre ses ennemis en brûlant les blés et les autres productions de la terre; cet effet, qui seroit assez prompt, seroit très-dommageable. Mais ne nous occupons pas des moyens de faire du mal, et ne pensons qu'à ceux qui peuvent procurer quelque bien à l'humanité.

4° Ces miroirs fournissent le seul et unique moyen qu'il y ait de mesurer exactement la chaleur: il est évident que deux

1. Il vient de paroître un petit ouvrage rempli de grandes vues, de M. l'abbé Scipion Bexon, qui a pour titre: *Système de la fertilisation*. Il propose mes miroirs comme un moyen facile pour réduire en chaux toutes les matières: mais il leur attribue plus de puissance qu'ils n'en ont réellement, et ce n'est qu'en les multipliant qu'on pourroit obtenir les grands effets qu'il s'en promet.

miroirs dont les images lumineuses se réunissent produisent une chaleur double dans tous les points de la surface qu'elles occupent; que trois, quatre, cinq, etc., miroirs donneront de même une chaleur triple, quadruple, quintuple, etc., et que par conséquent on peut par ce moyen faire un thermomètre dont les divisions ne seront point arbitraires, et les échelles différentes, comme le sont celles de tous les thermomètres dont on s'est servi jusqu'à ce jour. La seule chose arbitraire qui entreroit dans la construction de ce thermomètre seroit la supposition du nombre total des parties du mercure en partant du degré de froid absolu; mais en le prenant à 10,000 au dessous de la congélation de l'eau, au lieu de 1000, comme dans nos thermomètres ordinaires, on approcheroit beaucoup de la réalité, surtout en choisissant les jours de l'hiver les plus froids pour graduer le thermomètre; chaque image du soleil lui donneroit un degré de chaleur au dessus de la température que nous supposerons à celui de la glace. Le point auquel s'élèveroit le mercure par la chaleur de la première image du soleil seroit marqué 1; le point où il s'élèveroit par la chaleur de deux images égales et réunies sera marqué 2; celui où trois images le feront monter sera marqué 3; et ainsi de suite, jusqu'à la plus grande hauteur, qu'on pourroit étendre jusqu'au degré 36. On auroit à ce degré une augmentation de chaleur trente-six fois plus grande que celle du premier degré, dix-huit fois plus grande que celle du second, douze fois plus grande que celle du troisième, neuf fois plus grande que celle du quatrième, etc.: cette augmentation 36 de chaleur au dessus de celle de la glace seroit assez grande pour fondre le plomb, et il y a toute apparence que le mercure, qui se volatilise à une bien moindre chaleur, feroit par sa vapeur casser le thermomètre. On ne pourra donc étendre la division que jusqu'à 12, et peut-être même à 9 degrés, si l'on se sert de mercure pour ces thermomètres; et l'on n'aura par ce moyen que les degrés d'une augmentation de chaleur jusqu'à 9. C'est une des raisons qui avoient déterminé Newton à se servir d'huile de lin au lieu de mercure; et en effet, on pourra, en se servant de cette liqueur, étendre la division non seulement à 12 degrés, mais jusqu'au point de cette huile bouillante. Je ne propose pas de remplir ces thermomètres avec de l'esprit-de-vin coloré; il est universellement reconnu que cette liqueur se décompose au bout d'un assez petit temps [1], et que d'ailleurs elle ne peut servir aux expériences d'une chaleur un peu forte.

Lorsqu'on aura marqué sur l'échelle de ces thermomètres remplis d'huile ou de mercure les premières divisions 1, 2, 3, 4, etc., qui indiqueront le double, le triple, le quadruple, etc., des augmentations de la chaleur, il faudra chercher les parties aliquotes de chaque division: par exemple, les points de 1 1/4, 2 1/4, 3 1/4, etc., ou de 1 1/2, 2 1/2, 3 1/2, etc., et de 1 3/4, 2 3/4, 3 3/4, etc.; ce que l'on obtiendra par un moyen facile qui sera de couvrir la moitié, ou le quart, ou les trois quarts de la superficie d'un des petits miroirs; car alors l'image qu'il réfléchira ne contiendra que le quart, la moitié, ou les trois quarts de la chaleur que contient l'image entière; et par conséquent les divisions des parties aliquotes seront aussi exactes que celles des nombres entiers.

Si l'on réussit une fois à faire ce thermomètre réel, et que j'appelle ainsi parce qu'il marqueroit réellement la proportion de la chaleur, tous les autres thermomètres, dont les échelles sont arbitraires et différentes entre elles, deviendroient non seulement superflus, mais même nuisibles, dans bien des cas, à la précision des vérités physiques qu'on cherche par leur moyen. On peut se rappeler l'exemple que j'en ai donné, en parlant de l'estimation de la chaleur qui émane du globe de la terre, comparée à la chaleur qui nous vient du soleil.

5° Au moyen de ces miroirs brisés, on pourra aisément recueillir, dans leur entière pureté, les parties volatiles de l'or et de l'argent, et des autres métaux et minéraux; car en exposant au large foyer de ces miroirs une grande plaque de métal, comme une assiette ou un plat d'argent, on en verra sortir une fumée très-abondante pendant un temps considérable, jusqu'au moment où le métal tombe en fusion; et, en ne donnant qu'une chaleur un peu moindre que celle qu'exige la fusion, on fera évaporer le métal au point d'en diminuer le poids assez considérablement. Je me suis assuré de ce premier fait, qui peut fournir des lumières sur la composition intime des métaux: j'aurois bien désiré recueillir cette vapeur abondante que le feu pur du soleil

1. Plusieurs voyageurs m'ont écrit que les thermomètres à l'esprit-de-vin, de Réaumur, leur étoient devenus tout-à-fait inutiles, parce que cette liqueur se décolore et se charge d'une espèce de boue en assez peu de temps.

fait sortir du métal, mais je n'avois pas les instrumens nécessaires; et je ne puis que recommander aux chimistes et aux physiciens de suivre cette expérience importante, dont les résultats seroient d'autant moins équivoques que la vapeur métallique est ici très-pure; au lieu que, dans toute opération semblable qu'on voudroit faire avec le feu commun, la vapeur métallique seroit nécessairement mêlée d'autres vapeurs provenant des matières combustibles qui servent d'aliment à ce feu.

D'ailleurs ce moyen est peut-être le seul que nous ayons pour volatiliser les métaux fixes, tels que l'or et l'argent; car je présume que cette vapeur, que j'ai vue s'élever en si grande quantité de ces métaux échauffés au large foyer de mon miroir, n'est pas de l'eau, ni quelque autre liqueur, mais des parties mêmes du métal que la chaleur en détache en les volatilisant. On pourroit, en recevant ainsi les vapeurs pures des différens métaux, les mêler ensemble, et faire, par ce moyen, des alliages plus intimes et plus purs qu'on ne l'a fait par la fusion et par la mixtion de ces mêmes métaux fondus, qui ne se marient jamais parfaitement, à cause de l'inégalité de leur pesanteur spécifique, et de plusieurs autres circonstances qui s'opposent à l'intimité et à l'égalité parfaite du mélange. Comme les parties constituantes de ces vapeurs métalliques sont dans un état de division bien plus grande que dans l'état de fusion, elles se joindroient et se réuniroient de bien plus près et plus facilement. Enfin on arriveroit peut-être, par ce moyen, à la connoissance d'un fait général, et que plusieurs bonnes raisons me font soupçonner depuis long-temps: c'est qu'il y auroit pénétration dans tous les alliages faits de cette manière, et que leur pesanteur spécifique seroit toujours plus grande que la somme des pesanteurs spécifiques des matières dont ils seroient composés; car la pénétration n'est qu'un degré plus grand d'intimité; et l'intimité, toutes choses égales d'ailleurs, sera d'autant plus grande que les matières seront dans un état de division plus parfait.

En réfléchissant sur l'appareil des vaisseaux qu'il faudroit employer pour recevoir et recueillir ces vapeurs métalliques, il m'est venu une idée qui me paroît trop utile pour ne la pas publier; elle est aussi trop aisée à réaliser pour que les bons chimistes ne la saisissent pas: je l'ai même communiquée à quelques-uns d'entre eux, qui m'en ont paru très-satisfaits. Cette idée est de geler le mercure dans ce climat-ci, et avec un degré de froid beaucoup moindre que celui des expériences de Petersbourg ou de Sibérie. Il ne faut pour cela que recevoir la vapeur du mercure, qui est le mercure même volatilisé par une très-médiocre chaleur, dans une cucurbite, ou dans un vase auquel on donnera un certain degré de froid artificiel: ce mercure en vapeur, c'est-à-dire extrêmement divisé, offrira à l'action de ce froid des surfaces si grandes et des masses si petites, qu'au lieu de 187 degrés de froid qu'il faut pour geler le mercure en masse, il n'en faudroit peut-être que 18 ou 20 degrés, peut-être même moins, pour le geler en vapeurs. Je recommande cette expérience importante à tous ceux qui travaillent de bonne foi à l'avancement des sciences.

Je pourrois ajouter à ces usages principaux du miroir d'Archimède plusieurs autres usages particuliers; mais j'ai cru devoir me borner à ceux qui m'ont paru les plus utiles et les moins difficiles à réduire en pratique. Néanmoins je crois devoir joindre ici quelques expériences que j'ai faites sur la transmission de la lumière à travers les corps transparens, et donner en même temps quelques idées nouvelles sur les moyens d'apercevoir de loin les objets à l'œil simple, ou par le moyen d'un miroir semblable à celui dont les anciens ont parlé, par l'effet duquel on apercevoit du port d'Alexandrie les vaisseaux d'aussi loin que la courbure de la terre pouvoit le permettre.

Tous les physiciens savent aujourd'hui qu'il y a trois causes qui empêchent la lumière de se réunir dans un point lorsque ses rayons ont traversé le verre objectif d'une lunette ordinaire. La première est la courbure sphérique de ce verre, qui répand une partie des rayons dans un espace terminé par une courbe. La seconde est l'angle sous lequel nous paroît à l'œil simple l'objet que nous observons; car la largeur du foyer de l'objectif a toujours à très-peu près pour diamètre une ligne égale à la corde de l'arc qui mesure cet angle. La troisième est la différente réfrangibilité de la lumière; car les rayons les plus réfrangibles ne se rassemblent pas dans le même lieu où se rassemblent les rayons les moins réfrangibles.

On peut remédier à l'effet de la première cause en substituant, comme Descartes l'a proposé, des verres elliptiques ou hyperboliques aux verres sphériques. On remédie à l'effet de la seconde par le moyen d'un second verre placé au foyer de l'objectif,

dont le diamètre est à peu près égal à la largeur de ce foyer, et dont la surface est travaillée sur une sphère d'un rayon fort court. On a trouvé de nos jours le moyen de remédier à la troisième en faisant des lunettes qu'on appelle *achromatiques*, et qui sont composées de deux sortes de verres qui dispersent différemment les rayons colorés, de manière que la dispersion de l'un est corrigée par la dispersion de l'autre, sans que la réfraction générale moyenne, qui constitue la lunette, soit anéantie. Une lunette de trois pieds et demi de longueur, faite sur ce principe, équivaut, pour l'effet, aux anciennes lunettes de vingt-cinq pieds de longueur.

Au reste, le remède à l'effet de la première cause est demeuré tout-à-fait inutile jusqu'à ce jour, parce que l'effet de la dernière, étant beaucoup plus considérable, influe si fort sur l'effet total, qu'on ne pouvoit rien gagner à substituer des verres hyperboliques ou elliptiques à des verres sphériques, et que cette substitution ne pouvoit devenir avantageuse que dans le cas où l'on ne pourroit trouver le moyen de corriger l'effet de la différente réfrangibilité des rayons de la lumière. Il semble donc qu'aujourd'hui l'on feroit bien de combiner les deux moyens, et de substituer, dans les lunettes achromatiques, des verres elliptiques aux sphériques.

Pour rendre ceci plus sensible, supposons que l'objet qu'on observe soit un point lumineux sans étendue, tel qu'est une étoile fixe par rapport à nous; il est certain qu'avec un objectif, par exemple, de trente pieds de foyer, toutes les images de ce point lumineux s'étendront en forme de courbe au foyer de ce verre, s'il est travaillé sur une sphère, et qu'au contraire elles se réuniront en un point, si ce verre est hyperbolique : mais si l'objet qu'on observe a une certaine étendue, comme la lune, qui occupe environ un demi-degré d'espace à nos yeux, alors l'image de cet objet occupera un espace d'environ trois pouces de diamètre au foyer de l'objectif de trente pieds; et l'aberration causée par la sphéricité produisant une confusion dans un point lumineux quelconque, elle la produit de même sur tous les points lumineux du disque de la lune, et par conséquent la défigure en entier. Il y auroit donc, dans tous les cas, beaucoup d'avantage à se servir de verres elliptiques ou hyperboliques pour de longues lunettes, puisqu'on a trouvé le moyen de corriger en grande partie le mauvais effet produit par la différente réfrangibilité des rayons.

Il suit de ce que nous venons de dire que, si l'on veut faire une lunette de trente pieds pour observer la lune et la voir en entier, le verre oculaire doit avoir au moins trois pouces de diamètre pour recueillir l'image entière que produit l'objectif à son foyer, et que, si on vouloit observer cet astre avec une lunette de soixante pieds, l'oculaire doit avoir au moins six pouces de diamètre, parce que la corde de l'arc qui mesure l'angle sous lequel nous paroît la lune est dans ce cas de trois pouces et de six pouces à peu près; aussi les astronomes ne font jamais usage de lunettes qui renferment le disque entier de la lune, parce qu'elles grossiroient trop peu : mais si on veut observer Vénus avec une lunette de soixante pieds, comme l'angle sous lequel elle nous paroît n'est que d'environ soixante secondes, le verre oculaire pourra n'avoir que quatre lignes de diamètre; et si on se sert d'un objectif de cent vingt pieds, un oculaire de huit lignes de diamètre suffiroit pour réunir l'image entière que l'objectif forme à son foyer.

De là on voit que quand même les rayons de lumière seroient également réfrangibles, on ne pourroit pas faire d'aussi fortes lunettes pour voir la lune en entier que pour voir les autres planètes, et que plus une planète est petite à nos yeux, et plus nous pouvons augmenter la longueur de la lunette avec laquelle on peut la voir en entier. Dès lors on conçoit bien que, dans cette même supposition des rayons également réfrangibles, il doit y avoir une certaine longueur déterminée, plus avantageuse qu'aucune autre pour telle ou telle planète, et que cette longueur de la lunette dépend non seulement de l'angle sous lequel la planète paroît à notre œil, mais encore de la quantité de lumière dont elle est éclairée.

Dans les lunettes ordinaires, les rayons de la lumière étant différemment réfrangibles, tout ce qu'on pourroit faire dans cette vue pour les perfectionner ne seroit pas fort avantageux, parce que, sous quelque angle que paroisse à notre œil l'objet ou l'astre que nous voulons observer, et quelque intensité de lumière qu'il puisse avoir, les rayons ne se rassembleront jamais dans le même endroit : plus la lunette sera longue, plus il y aura d'intervalle [1] entre le foyer des

1. Cet intervalle est d'un pied sur vingt-sept de foyer.

rayons rouges et celui des rayons violets, et par conséquent plus sera confuse l'image de l'objet observé.

On ne peut donc perfectionner les lunettes par réfraction qu'en cherchant, comme on l'a fait, les moyens de corriger cet effet de la différente réfrangibilité, soit en composant la lunette de verres de différente densité, soit par d'autres moyens particuliers, et qui seroient différens selon les différens objets et les différentes circonstances. Supposons, par exemple, une courte lunette composée de deux verres, l'un convexe et l'autre concave des deux côtés ; il est certain que cette lunette peut se réduire à une autre dont les deux verres soient plans d'un côté, et travaillés de l'autre côté sur des sphères dont le rayon seroit une fois plus court que celui des sphères sur lesquelles auroient été travaillés les verres de la première lunette. Maintenant, pour éviter une grande partie de l'effet de la différente réfrangibilité des rayons, on peut faire cette seconde lunette d'une seule pièce de verre massif, comme je l'ai fait exécuter avec deux morceaux de verre blanc, l'un de deux pouces et demi de longueur, et l'autre d'un pouce et demi : mais alors la perte de la transparence est un plus grand inconvénient que celui de la différente réfrangibilité qu'on corrige par ce moyen ; car ces deux petites lunettes massives de verre sont plus obscures qu'une petite lunette ordinaire du même verre et des mêmes dimensions : elles donnent, à la vérité, moins d'iris, mais elles n'en sont pas meilleures ; et si on les faisoit plus longues toujours en verre massif, la lumière, après avoir traversé cette épaisseur de verre, n'auroit plus assez de force pour peindre l'image de l'objet à notre œil. Ainsi, pour faire des lunettes de dix ou vingt pieds, je ne vois que l'eau qui ait assez de transparence pour laisser passer la lumière sans l'éteindre en entier dans cette grande épaisseur : en employant donc de l'eau pour remplir l'intervalle entre l'objectif et l'oculaire, on diminuera en partie l'effet de la différente réfrangibilité [1], parce que celle de l'eau approche plus de celle du verre que celle de l'air ; et si on pouvoit, en chargeant l'eau de différens sels, lui donner le même degré de puissance réfringente qu'au verre, il n'est pas douteux qu'on ne corrigeât davantage, par ce moyen, l'effet de la différente réfrangibilité des rayons. Il s'agiroit donc d'employer une liqueur transparente qui auroit à peu près la même puissance réfrangible que le verre ; car alors il sera sûr que les deux verres, avec cette liqueur entre deux, corrigeront en partie l'effet de la différente réfrangibilité des rayons, de la même façon qu'elle est corrigée dans la petite lunette massive dont je viens de parler.

Suivant les expériences de M. Bouguer, une ligne d'épaisseur de verre détruit 2/7 de la lumière, et par conséquent la diminution s'en feroit dans la proportion suivante :

Épaiss.,	1,	2,	3,	4,	5,	6 lignes;
Diminut.,	$\frac{2}{7}$,	$\frac{10}{49}$	$\frac{50}{343}$	$\frac{250}{2401}$,	$\frac{1250}{16807}$,	$\frac{6250}{117649}$;

en sorte que, par la somme de ces six termes, on trouveroit que la lumière, qui passe à travers six lignes de verre, auroit déjà perdu $\frac{102024}{117649}$, c'est-à-dire environ le 10/11 de sa quantité. Mais il faut considérer que M. Bouguer s'est servi de verres bien peu transparens, puisqu'il a vu qu'une ligne d'épaisseur de ces verres détruisoit 2/7 de la lumière. Par les expériences que j'ai faites sur différentes espèces de verre blanc, il m'a paru que la lumière diminuoit beaucoup moins. Voici ces expériences, qui sont assez faciles à faire, et que tout le monde est en état de répéter :

Dans une chambre obscure dont les murs étoient noircis, qui me servoit à faire mes expériences d'optique, j'ai fait allumer une bougie de cinq à la livre ; la chambre étoit fort vaste, et la lumière de la bougie étoit la seule dont elle fût éclairée. J'ai d'abord cherché à quelle distance je pouvois lire un caractère d'impression, tel que celui de la gazette de Hollande, à la lumière de cette bougie, et j'ai trouvé que je lisois assez facilement ce caractère à vingt-quatre pieds quatre pouces de distance de la bougie. Ensuite, ayant placé devant la bougie, à deux pouces de distance, un morceau de verre provenant d'une glace de Saint-Gobin, réduite à une ligne d'épaisseur, j'ai trouvé que je lisois encore tout aussi facilement à vingt-deux pieds neuf pouces ; et en substituant à cette glace d'une ligne d'épaisseur un

1. M. de Lalande, l'un de nos plus savans astronomes, après avoir lu cet article, a bien voulu me communiquer quelques remarques qui m'ont paru très-justes, et dont j'ai profité. Seulement je ne suis pas d'accord avec lui sur ces lunettes remplies d'eau ; il croit « qu'on diminueroit très-peu la dif« férente réfrangibilité, parce que l'eau disperse « les rayons colorés d'une manière différente du « verre, et qu'il y auroit des couleurs qui provien« droient de l'eau, et d'autres du verre. » Mais, en se servant du verre le moins dense, et en augmentant, par les sels, la densité de l'eau, on rapprocheroit de très-peu leur puissance réfractive.

autre morceau de deux lignes d'épaisseur et du même verre, j'ai lu aussi facilement à vingt-un pieds de distance de la bougie. Deux de ces mêmes glaces de deux lignes d'épaisseur, jointes l'une contre l'autre et mises devant la bougie, en ont diminué la lumière au point que je n'ai pu lire avec la même facilité qu'à dix-sept pieds et demi de distance de la bougie. Et enfin, avec trois glaces de deux lignes d'épaisseur chacune, je n'ai lu qu'à la distance de quinze pieds. Or, la lumière de la bougie diminuant comme le carré de la distance augmente, sa diminution auroit été dans la progression suivante, s'il n'y avoit point eu de glaces interposées :

$$\overline{24\tfrac{1}{3}}^2.\quad \overline{22\tfrac{3}{4}}^2.\quad \overline{21}^2.\quad \overline{17\tfrac{1}{2}}^2.\quad \overline{15}^2$$

$$\text{ou}\quad 592\tfrac{1}{9}.\quad 517\tfrac{9}{16}.\quad 441.\quad 306\tfrac{1}{4}.\quad 225$$

Donc les pertes de la lumière, par l'interposition des glaces, sont dans la progression suivante, $84\frac{79}{144}$. 151, 285 7/9. 367 1/4.

D'où l'on doit conclure qu'une ligne d'épaisseur de ce verre ne diminue la lumière que de $\frac{84}{592}$ ou d'environ 1/7; que deux lignes d'épaisseur la diminuent de $\frac{151}{592}$, pas tout-à-fait de 1/4; et trois glaces de deux lignes, de $\frac{367}{592}$, c'est-à-dire moins de 2/3.

Comme ce résultat est très-différent de celui de M. Bouguer, et que néanmoins je n'avois garde de douter de la vérité de ses expériences, je répétai les miennes en me servant de verre à vitre commun : je choisis des morceaux d'une épaisseur égale, de trois quarts de ligne chacun. Ayant lu de même à vingt-quatre pieds quatre pouces de distance de la bougie, l'interposition d'un de ces morceaux de verre me fit rapprocher à vingt-un pieds et demi; avec deux morceaux interposés et appliqués l'un sur l'autre, je ne pouvois plus lire qu'à dix-huit pieds un quart, et avec trois morceaux, à seize pieds : ce qui, comme l'on voit, se rapproche de la détermination de M. Bouguer; car la perte de la lumière, en traversant ce verre de trois quarts de ligne, étant ici de 592 1/4 — 462 1/4 = 130, le résultat $\frac{130}{592\frac{1}{4}}$, ou $\frac{65}{296}$, ne s'éloigne pas beaucoup de 3/14, à quoi l'on doit réduire les 2/7 donnés par M. Bouguer pour une ligne d'épaisseur, parce que mes verres n'avoient que trois quarts de ligne, car 3 : 14 :: 65 : 303 1/3, terme qui ne diffère pas beaucoup de 296.

Mais avec du verre communément appelé *verre de Bohême*, j'ai trouvé, par les mêmes essais, que la lumière ne perdoit qu'un huitième en traversant une épaisseur d'une ligne, et qu'elle diminuoit dans la progression suivante :

$$\text{Épaiss.,}\quad 1,\ 2,\ 3,\quad 4,\quad 5,\quad 6,\ldots\ldots n.$$

$$\text{Diminut.,}\ \frac{1}{8}.\ \frac{7}{64}.\ \frac{49}{512}.\ \frac{843}{4096}.\ \frac{2401}{32768}.\ \frac{16807}{262164}.$$

$$\text{ou}\ldots\ldots\ \frac{\overline{7}^{0}}{8.^{1}}\ \frac{\overline{7}^{1}}{8.^{2}}\ \frac{\overline{7}^{2}}{8.^{3}}\ \frac{\overline{7}^{3}}{8.^{4}}\ \frac{\overline{7}^{4}}{8.^{5}}\ \frac{\overline{7}^{5}}{8.^{6}}\ \frac{\overline{7}^{n-1}}{8.^{n}}$$

Prenant la somme de ces termes, on aura le total de la diminution de la lumière à travers une épaisseür de verre d'un nombre donné de lignes; par exemple, la somme des six premiers termes est $\frac{144495}{262164}$. Donc la lumière ne diminue que d'un peu plus de moitié en traversant une épaisseur de six lignes de verre de Bohême, et elle en perdroit encore moins si, au lieu de trois morceaux de deux lignes appliqués l'un sur l'autre, elle n'avoit à traverser qu'un seul morceau de six lignes d'épaisseur.

Avec le verre que j'ai fait fondre en masse épaisse, j'ai vu que la lumière ne perdoit pas plus à travers quatre pouces et demi d'épaisseur de ce verre qu'à travers une glace de Saint-Gobin de deux lignes et demie d'épaisseur; il me semble donc qu'on pourroit en conclure que la transparence de ce verre étant à celle de cette glace comme 4 pouces 1/2 sont à deux lignes 1/2, ou 54 à 2 1/2, c'est-à-dire plus de vingt-une fois plus grande, on pourroit faire de très-bonnes petites lunettes massives de cinq ou six pouces de longueur avec ce verre.

Mais pour des lunettes longues, on ne peut employer que de l'eau, et encore est-il à craindre que le même inconvénient ne subsiste; car quelle sera l'opacité qui résultera de cette quantité de liqueur que je suppose remplir l'intervalle entre les deux verres? Plus les lunettes seront longues, et plus on perdra de lumière; en sorte qu'il paroît, au premier coup d'œil, qu'on ne peut pas se servir de ce moyen, surtout pour les lunettes un peu longues; car, en suivant ce que dit M. Bouguer, dans son *Essai d'optique sur la gradation de la lumière*, neuf pieds sept pouces d'eau de mer font diminuer la lumière dans le rapport de 14 à 5; ou, ce qui revient à peu près au même, supposons que dix pieds d'épaisseur d'eau diminuent la lumière dans le rapport de 3 à 1, alors vingt pieds d'épaisseur d'eau la diminueront dans le rapport de 9 à 1; trente pieds la diminueront dans celui de 27 à 1,

etc. Il paroît donc qu'on ne pourroit se servir de ces longues lunettes pleines d'eau que pour observer le soleil, et que les autres astres n'auroient pas assez de lumière pour qu'il fût possible de les apercevoir à travers une épaisseur de vingt à trente pieds de liqueur intermédiaire.

Cependant, si l'on fait attention qu'en ne donnant qu'un pouce ou un pouce et demi d'ouverture à un objectif de trente pieds, on ne laisse pas d'apercevoir très-nettement les planètes dans les lunettes ordinaires de cette longueur, on doit penser qu'en donnant un plus grand diamètre à l'objectif, on augmenteroit la quantité de lumière dans la raison du carré de ce diamètre, et par conséquent si un pouce d'ouverture suffit pour voir distinctement un astre dans une lunette ordinaire, $\sqrt{3}$ pouces d'ouverture, c'est-à-dire vingt-une lignes environ de diamètre, suffiront pour qu'on le voie aussi distinctement à travers une épaisseur de dix pieds d'eau ; et qu'avec un verre de trois pouces de diamètre, on le verroit également à travers une épaisseur de vingt pieds ; qu'avec un verre de $\sqrt{27}$ ou 5 pouces 1/4 de diamètre, on le verroit à travers une épaisseur de trente pieds, et qu'il ne faudroit qu'un verre de neuf pouces de diamètre pour une lunette remplie de quarante pieds d'eau, et un verre de vingt-sept pouces pour une lunette de soixante pieds.

Il semble donc qu'on pourroit, avec espérance de réussir, faire construire une lunette sur ces principes ; car, en augmentant le diamètre de l'objectif, on regagne en partie la lumière que l'on perd par le défaut de transparence de la liqueur.

On ne doit pas craindre que les objectifs, quelque grands qu'ils soient, fassent une trop grande partie de la sphère sur laquelle ils seront travaillés, et que par cette raison les rayons de la lumière ne puissent se réunir exactement ; car, en supposant même ces objectifs sept ou huit fois plus grands que je ne les ai déterminés, ils ne feroient pas encore à beaucoup près une assez grande partie de leur sphère pour ne pas réunir les rayons avec exactitude.

Mais ce qui ne me paroît pas douteux, c'est qu'une lunette construite de cette façon seroit très-utile pour observer le soleil ; car, en la supposant même longue de cent pieds, la lumière de cet astre ne seroit encore que trop forte après avoir traversé cette épaisseur d'eau, et on observeroit à loisir et aisément la surface de cet astre immédiatement, sans qu'il fût nécessaire de se servir de verres enfumés, ou d'en recevoir l'image sur un carton, avantage qu'aucune autre espèce de lunette ne peut avoir.

Il y auroit seulement quelque petite différence dans la construction de cette lunette solaire, si l'on veut qu'elle nous présente la face entière du soleil ; car, en la supposant longue de cent pieds, il faudra, dans ce cas, que le verre oculaire ait au moins dix pouces de diamètre, parce que le soleil occupant plus d'un demi-degré céleste, l'image formée par l'objectif à son foyer à cent pieds aura au moins cette longueur de dix pouces, et que, pour la réunir tout entière, il faudra un oculaire de cette largeur, auquel on ne donneroit que vingt pouces de foyer pour le rendre aussi fort qu'il se pourroit. Il faudroit aussi que l'objectif, ainsi que l'oculaire, eût dix pouces de diamètre, afin que l'image de l'astre et l'image de l'ouverture de la lunette se trouvassent d'égale grandeur au foyer.

Quand même cette lunette que je propose ne serviroit qu'à observer exactement le soleil, ce seroit déjà beaucoup : il seroit, par exemple, fort curieux de pouvoir reconnoître s'il y a dans cet astre des parties plus ou moins lumineuses que d'autres ; s'il y a sur sa surface des inégalités, et de quelle espèce elles seroient ; si les taches flottent sur sa surface [1], ou si elles y sont toutes constamment attachées, etc. La vivacité de sa lumière nous empêche de l'observer à l'œil simple, et la différente réfrangibilité de ses rayons rend son image confuse lorsqu'on la reçoit au foyer d'un objectif sur un carton ; aussi la surface du soleil nous est-elle moins connue que celle des autres planètes. Cette différente réfrangibilité des rayons ne seroit pas, à beaucoup près, entièrement corrigée dans cette longue lunette remplie d'eau : mais si cette liqueur pouvoit, par l'addition des sels, être rendue aussi dense que le verre, ce seroit alors la même chose que s'il n'y avoit qu'un seul verre à traverser, et il me semble qu'il y auroit plus

1. M. de Lalande m'a fait sur ceci la remarque qui suit : « Il est constant, dit-il, qu'il n'y a sur le soleil que des taches qui changent de forme et disparoissent entièrement, mais qui ne changent point de place, si ce n'est par la rotation du soleil ; sa surface est très-unie et homogène. » Ce savant astronome pouvoit même ajouter que ce n'est que par le moyen de ces taches, toujours supposées fixes, qu'on a déterminé le temps de la révolution du soleil sur son axe : mais ce point d'astronomie physique ne me paroît pas encore absolument démontré ; car ces taches, qui toutes changent de figures, pourroient bien aussi quelquefois changer de lieu.

d'avantage à se servir de ces lunettes remplies d'eau que de lunettes ordinaires avec des verres enfumés.

Quoi qu'il en soit, il est certain qu'il faut, pour observer le soleil, une lunette bien différente de celles dont on doit se servir pour les autres astres ; et il est encore très-certain qu'il faut, pour chaque planète, une lunette particulière et proportionnée à leur intensité de lumière, c'est-à-dire à la quantité réelle de lumière dont elles nous paroissent éclairées. Dans toutes les lunettes, il faudroit donc l'objectif aussi grand et l'oculaire aussi fort qu'il est possible, et en même temps proportionner la distance du foyer à l'intensité de la lumière de chaque planète. Par exemple, Vénus et Saturne sont deux planètes dont la lumière est fort différente; lorsqu'on les observe avec la même lunette, on augmente également l'angle sous lequel on les voit : dès lors la lumière totale de la planete paroît s'étendre sur toute sa surface d'autant plus qu'on la grossit davantage ; ainsi, à mesure qu'on agrandit son image, on la rend sombre, à peu près dans la proportion du carré de son diametre : Saturne ne peut donc, sans devenir obscur, être observé avec une lunette aussi forte que Vénus. Si l'intensité de lumiere de celle-ci permet de la grossir cent ou deux cents fois avant de devenir sombre, l'autre ne souffrira peut-être pas la moitié ou le tiers de cette augmentation sans devenir tout-à-fait obscure. Il s'agit donc de faire une lunette pour chaque planète, proportionnée à leur intensité de lumiere ; et, pour le faire avec plus d'avantage, il me semble qu'il ne faut employer qu'un objectif d'autant plus grand, et d'un foyer d'autant moins long, que la planete a moins de lumiere. Pourquoi jusqu'à ce jour n'a-t-on pas fait des objectifs de deux ou trois pieds de diamètre? L'aberration des rayons, causée par la sphéricité des verres, en est la seule cause ; elle produit une confusion qui est comme le carré du diamètre de l'ouverture : et c'est par cette raison que les verres sphériques, qui sont tres-bons avec une petite ouverture, ne valent plus rien quand on l'augmente; on a plus de lumiere, mais moins de distinction et de netteté. Néanmoins les verres sphériques larges sont très-bons pour faire des lunettes de nuit ; les Anglois ont construit des lunettes de cette espece, et ils s'en servent avec grand avantage pour voir de fort loin les vaisseaux dans une nuit obscure. Mais maintenant que l'on sait corriger en grande partie les effets de la différente réfrangibilité des rayons, il me semble qu'il faudroit s'attacher à faire des verres elliptiques ou hyperboliques, qui ne produiroient pas cette aberration causée par la sphéricité, et qui par conséquent pourroient être trois ou quatre fois plus larges que les verres sphériques. Il n'y a que ce moyen d'augmenter à nos yeux la quantité de lumière que nous envoient les planètes; car nous ne pouvons pas porter sur les planètes une lumière additionnelle, comme nous le faisons sur les objets que nous observons au microscope ; mais il faut au moins employer le plus avantageusement qu'il est possible la quantité de lumière dont elles sont éclairées, en la recevant sur une surface aussi grande qu'il se pourra. Cette lunette hyperbolique, qui ne seroit composée que d'un seul grand verre objectif et d'un oculaire proportionné, exigeroit une matière de la plus grande transparence; on réuniroit, par ce moyen, tous les avantages possibles, c'est-à-dire ceux des lunettes achromatiques à celui des lunettes elliptiques ou hyperboliques, et l'on mettroit à profit toute la quantité de lumière que chaque planète réfléchit à nos yeux. Je puis me tromper; mais ce que je propose me paroît assez fondé pour en recommander l'exécution aux personnes zélées pour l'avancement des sciences.

Me laissant aller à ces espèces de rêveries, dont quelques-unes néanmoins se réaliseront un jour, et que je ne publie que dans cette espérance, j'ai songé au miroir du port d'Alexandrie, dont quelques auteurs anciens ont parlé, et par le moyen duquel on voyoit de très-loin les vaisseaux en pleine mer. Le passage le plus positif qui me soit tombé sous les yeux est celui que je vais rapporter: « Alexandria.... in pharo verò erat speculum è ferro *sinico*, per quod à longè videbantur naves Græcorum advenientes; sed paulò postquam islamismus invaluit, scilicet tempore califatûs Validi, filii Abdulmelec, Christiani, fraude adhibitâ, illud deleverunt [1]. »

J'ai pensé, 1° que ce miroir par lequel on voyoit de loin les vaisseaux arriver, n'étoit pas impossible; 2° que même, sans miroir ni lunette, on pourroit, par de certaines dispositions, obtenir le même effet, et voir depuis le port des vaisseaux peut-être d'aussi loin que la courbure de la terre le permet. Nous avons dit que les personnes qui ont bonne vue aperçoivent les objets

1. Abulfeda, etc., *Descriptio Ægypti.*

éclairés par le soleil à plus de trois mille quatre cents fois leur diamètre, et en même temps nous avons remarqué que la lumière intermédiaire nuisoit si fort à celle des objets éloignés, qu'on aperçoit la nuit un objet lumineux de dix, vingt et peut-être cent fois plus de distance qu'on ne le voit pendant le jour. Nous savons que du fond d'un puits très-profond l'on voit des étoiles en plein jour [1] : pourquoi donc ne verroit-on pas de même les vaisseaux éclairés des rayons du soleil, en se mettant au fond d'une longue galerie fort obscure, et située sur le bord de la mer, de manière qu'elle ne recevroit aucune lumière que celle de la mer lointaine et des vaisseaux qui pourroient s'y trouver? Cette galerie n'est qu'un puits horizontal qui feroit le même effet pour la vue des vaisseaux que le puits vertical pour la vue des étoiles; et cela me paroît si simple, que je suis étonné qu'on n'y ait pas songé. Il me semble qu'en prenant, pour faire l'observation, les heures du jour où le soleil seroit derrière la galerie, c'est-à-dire le temps où les vaisseaux seroient bien éclairés, on les verroit du fond de cette galerie obscure dix fois au moins mieux qu'on ne peut les voir en pleine lumière. Or, comme nous l'avons dit, on distingue aisément un homme ou un cheval à une lieue de distance, lorsqu'ils sont éclairés des rayons du soleil; et supprimant la lumière intermédiaire qui nous environne et offusque nos yeux, nous les verrions au moins dix fois plus loin, c'est-à-dire à dix lieues: donc on verroit les vaisseaux, qui sont beaucoup plus gros, d'aussi loin que la courbure de la terre le permettroit [2], sans autre instrument que nos yeux.

Mais un miroir concave d'un assez grand diamètre et d'un foyer quelconque, placé au fond d'un long tuyau noirci, feroit pendant le jour à peu près le même effet que nos grands objectifs de même diamètre et de même foyer feroient pendant la nuit; et c'étoit probablement un de ces miroirs concaves d'acier poli (*è ferro sinico*) qu'on avoit établi au port d'Alexandrie [3] pour voir de loin arriver les vaisseaux grecs. Au reste, si ce miroir d'acier ou de fer poli a réellement existé, comme il y a toute apparence, on ne peut refuser aux anciens la gloire de la première invention des télescopes; car ce miroir de métal poli ne pouvoit avoir d'effet qu'autant que la lumière réfléchie par sa surface étoit recueillie par un autre miroir concave placé à son foyer; et c'est en cela que consiste l'essence du télescope et la facilité de sa construction. Néanmoins cela n'ôte rien à la gloire du grand Newton, qui le premier a ressuscité cette invention, entièrement oubliée : il paroît même que ce sont ses belles découvertes sur la réfrangibilité des rayons de la lumière qui l'ont conduit à celle du télescope. Comme les rayons de la lumière sont, par leur nature, différemment réfrangibles, il étoit fondé à croire qu'il n'y avoit nul moyen de corriger cet effet; ou, s'il a entrevu ces moyens, il les a jugés si difficiles, qu'il a mieux aimé tourner ses vues d'un autre côté, et produire par le moyen de la réflexion des rayons les grands effets qu'il ne pouvoit obtenir par leur réfraction. Il a donc fait construire son télescope, dont l'effet est réellement bien supérieur à celui des lunettes ordinaires; mais les lunettes achromatiques, inventées de nos jours, sont aussi supérieures au télescope qu'il l'est aux lunettes ordinaires. Le meilleur télescope est toujours sombre en comparaison de la lunette achromatique, et cette obscurité dans les télescopes ne vient pas seulement du défaut de poli ou de la couleur du métal des miroirs, mais de la nature même de la lumière, dont les rayons, différemment réfrangibles, sont aussi différemment réflexibles, quoique en degrés beaucoup moins inégaux. Il reste donc, pour perfectionner les télescopes autant qu'ils peuvent l'être, à trouver le moyen de compenser cette différente réflexibilité, comme l'on a trouvé celui de compenser la différente réfrangibilité.

Après tout ce qui vient d'être dit, je crois qu'on sentira bien que l'on peut faire faire une très-bonne lunette de jour sans employer ni verres ni miroirs, et simplement en supprimant la lumière environnante, au

1. Aristote est, je crois, le premier qui ait fait mention de cette observation, et j'en ai cité le passage à l'article *du Sens de la vue.*

2. La courbure de la terre pour un degré, ou vingt-cinq lieues de 2283 toises, est de 2988 pieds; elle croît comme le carré des distances; ainsi, pour cinq lieues, elle est vingt-cinq fois moindre, c'est-à-dire d'environ cent vingt pieds. Un vaisseau qui a plus de cent vingt pieds de mâture peut donc être vu de cinq lieues, étant même au niveau de la mer; mais si on s'élevoit de cent vingt pieds au dessus du niveau de la mer, on verroit de cinq lieues le corps entier du vaisseau jusqu'à la ligne de l'eau, et, en s'élevant encore davantage, on pourroit apercevoir le haut des mâts de plus de dix lieues.

3. De temps immémorial, les Chinois, et surtout les Japonois, savent travailler et polir l'acier en grand et petit volume; et c'est ce qui m'a fait penser qu'on doit interpréter *è ferro sinico* par *acier poli.*

moyen d'un tuyau de cent cinquante ou deux cents pieds de long, et en se plaçant dans un lieu obscur où aboutiroit l'une des extrémités de ce tuyau. Plus la lumière du jour seroit vive, plus seroit grand l'effet de cette lunette si simple et si facile à exécuter. Je suis persuadé qu'on verroit distinctement à quinze et peut-être à vingt lieues les bâtimens et les arbres sur le haut des montagnes. La seule différence qu'il y ait entre ce long tuyau et la galerie obscure que j'ai proposée, c'est que le *champ*, c'est-à-dire l'espace vu, seroit bien plus petit, et précisément dans la raison du carré de l'ouverture du tuyau à celle de la galerie.

ARTICLE TROISIÈME.

Invention d'autres miroirs pour brûler à de moindres distances.

Miroirs d'une seule pièce à foyer mobile.

J'ai remarqué que le verre fait ressort, et qu'il peut plier jusqu'à un certain point; et comme, pour brûler à des distances un peu grandes, il ne faut qu'une légère courbure, et que toute courbure régulière y est à peu près également convenable, j'ai imaginé de prendre des glaces de miroir ordinaire, d'un pied et demi, de deux pieds et trois pieds de diamètre, de les faire arrondir, et de les soutenir sur un cercle de fer bien égal et bien tourné, après avoir fait dans le centre de la glace un trou de deux ou trois lignes de diamètre pour y passer une vis [1] dont les pas sont très-fins, et qui entre dans un petit écrou posé de l'autre côté de la glace. En serrant cette vis, j'ai courbé assez les glaces de trois pieds pour brûler depuis cinquante pieds jusqu'à trente, et les glaces de dix-huit pouces ont brûlé à vingt-cinq pieds; mais ayant répété plusieurs fois ces expériences, j'ai cassé les glaces de trois pieds et de deux pieds, et il ne m'en reste qu'une de dix-huit pouces, que j'ai gardée pour modèle de ce miroir [2].

Ce qui fait casser ces glaces si aisément c'est le trou qui est au milieu; elles se courberoient beaucoup plus sans se rompre s'il n'y avoit point de solution de continuité, et qu'on pût les presser également sur toute la surface. Cela m'a conduit à imaginer de les faire courber par le poids même de l'atmosphère; et pour cela il ne faut que mettre une glace circulaire sur une espèce de tambour de fer ou de cuivre, et ajouter à ce tambour une pompe pour en tirer de l'air: on fera de cette manière courber la glace plus ou moins, et par conséquent elle brûlera à de plus et moins grandes distances.

Il y auroit encore un autre moyen: ce seroit d'ôter l'étamage dans le centre de la glace, de la largeur de neuf ou dix lignes, façonner avec une molette cette partie du centre en portion de sphère, comme un verre convexe d'un pouce de foyer, mettre dans le tambour une petite mèche soufrée; il arriveroit que quand on présenteroit ce miroir au soleil, les rayons transmis à travers cette partie du centre de la glace et réunis au foyer d'un pouce allumeroient la mèche soufrée dans le tambour: cette mèche, en brûlant, absorberoit de l'air, et par conséquent le poids de l'atmosphère feroit plier la glace plus ou moins, selon que la mèche soufrée brûleroit plus ou moins de temps. Ce miroir seroit fort singulier, parce qu'il se courberoit de lui-même à l'aspect du soleil, sans qu'il fût nécessaire d'y toucher; mais l'usage n'en seroit pas facile, et c'est pour cette raison que je ne l'ai pas fait exécuter, la seconde manière étant préférable à tous égards.

Ces miroirs d'une seule pièce à foyer mobile peuvent servir à mesurer plus exactement que par aucun autre moyen, la différence des effets de la chaleur du soleil reçue dans des foyers plus ou moins grands. Nous avons vu que les grands foyers font toujours proportionnellement plus d'effet que les petits, quoique l'intensité de chaleur soit égale dans les uns et les autres: on auroit ici, en contractant successivement les foyers, toujours une égale quantité de lumière ou de chaleur, mais dans des espaces successivement plus petits; et au moyen de cette quantité constante, on pourroit déterminer, par l'expérience, le *minimum* de l'espace du foyer, c'est-à-dire l'étendue nécessaire pour qu'avec la même quantité de lumière on eût le plus grand effet: cela nous conduiroit en même temps à une estimation plus précise de la déperdition de la chaleur dans les autres substances, sous un même volume ou dans une égale étendue.

A cet usage près, il m'a paru que ces miroirs d'une seule pièce à foyer mobile

1. Voyez les planches 1, fig. 8 et 10; et pl. 2, fig. 1.

2. Ces glaces de trois pieds ont mis le feu à des matières légères jusqu'à cinquante pieds de distance, et alors elles n'avoient plié que d'une ligne 5/8: pour bruler à quarante pieds, il falloit les faire plier de deux lignes; pour brûler à trente pieds, de deux lignes 3/4; et c'est en voulant les faire bruler à vingt pieds qu'elles se sont cassées.

étoient plus curieux qu'utiles : celui qui agit seul et se courbe à l'aspect du soleil, est assez ingénieusement conçu pour avoir place dans un cabinet de physique.

II. *Miroirs d'une seule pièce pour brûler très-vivement à des distances médiocres et à de petites distances.*

J'ai cherché les moyens de courber régulièrement de grandes glaces ; et, après avoir fait construire deux fourneaux différens qui n'ont pas réussi, je suis parvenu à en faire un troisième [1], dans lequel j'ai courbé très-régulièrement des glaces circulaires de trois, quatre et quatre pieds et demi de diamètre ; j'en ai même fait courber deux de cinquante-six pouces : mais quelque précaution qu'on ait prise pour laisser refroidir lentement ces grandes glaces de cinquante-six et cinquante-quatre pouces de diamètre, et pour les manier doucement, elles se sont cassées en les appliquant sur les moules sphériques que j'avois fait construire pour leur donner la forme régulière et le poli nécessaire ; la même chose est arrivée à trois autres glaces de quarante-huit et cinquante pouces de diametre, et je n'en ai conservé qu'une seule de quarante-six pouces et deux de trente-sept pouces. Les gens qui connoissent les arts n'en seront pas surpris : ils savent que les grandes pièces de verre exigent des précautions infinies pour ne pas se fêler au sortir du fourneau où on les laisse recuire et refroidir : ils savent que plus elles sont minces et plus elles sont sujettes à se fendre, non seulement par le premier coup de l'air, mais encore par ses impressions ultérieures. J'ai vu plusieurs de mes glaces courbées se fendre toutes seules au bout de trois, quatre et cinq mois, quoiqu'elles eussent résisté aux premières impressions de l'air, et qu'on les eût placées sur des moules de plâtre bien séché, sur lesquels la surface concave de ces glaces portoit également partout ; mais ce qui m'en a fait perdre un grand nombre, c'est le travail qu'il falloit faire pour leur donner une forme régulière. Ces glaces, que j'ai achetées toutes polies à la manufacture du faubourg Saint-Antoine, quoique choisies parmi les plus épaisses, n'avoient que cinq lignes d'épaisseur : en les courbant, le feu leur faisoit perdre en partie leur poli. Leur épaisseur d'ailleurs n'étoit pas bien égale partout, et néanmoins il étoit nécessaire, pour l'objet auquel je les destinois, de rendre les deux surfaces concave et convexe parfaitement concentriques, et par conséquent de les travailler avec des molettes convexes dans des moules creux, et des molettes concaves sur des moules convexes. De vingt-quatre glaces que j'avois courbées, et dont j'en avois livré quinze à feu M. Passemant pour les faire travailler par ses ouvriers, je n'en ai conservé que trois ; toutes les autres, dont les moindres avoient au moins trois pieds de diamètre, se sont cassées, soit avant d'être travaillées, soit après. De ces trois glaces que j'ai sauvées, l'une a quarante-six pouces de diamètre, et les deux autres trente-sept pouces : elles étoient bien travaillées, leurs surfaces bien concentriques, et par conséquent l'épaisseur bien égale ; il ne s'agissoit plus que de les étamer sur leur surface convexe, et je fis pour cela plusieurs essais et un assez grand nombre d'expériences qui ne me réussirent point. M. de Bernières, beaucoup plus habile que moi dans cet art de l'étamage, vint à mon secours, et me rendit en effet deux de mes glaces étamées ; j'eus l'honneur d'en présenter au roi la plus grande, c'est-à-dire celle de quarante-six pouces, et de faire devant sa majesté les expériences de la force de ce miroir ardent qui fond aisément tous les métaux ; on l'a déposé au château de la Muette, dans un cabinet qui est sous la direction du P. Noël : c'est certainement le plus fort miroir ardent qu'il y ait en Europe [2]. J'ai déposé au Jardin du Roi, dans le Cabinet d'Histoire naturelle, la glace de trente-sept pouces de diamètre, dont le foyer est beaucoup plus court que celui du miroir de quarante-six pouces. Je n'ai pas encore eu le temps d'essayer la force de ce second miroir, que je crois aussi très-bon. Je fis aussi, dans le temps, quelques expériences au château de la Muette, sur la lumière de la lune reçue par le miroir de quarante-six pouces, et réfléchie sur un thermomètre très-sensible : je crus d'abord m'apercevoir de quelque mouvement ; mais cet effet ne se soutint pas, et depuis je n'ai pas eu occasion de répéter l'expérience. Je ne sais même si l'on obtiendroit un degré de chaleur sensible en réunissant les foyers de plusieurs miroirs, et les faisant tomber ensemble sur un thermomètre aplati et noirci ; car il se peut que la lune nous envoie du froid plutôt que du chaud, comme

1. Voyez la planche 1, fig. 1, 2, 3, 4, 5 et 6.

2. On m'a dit que l'étamage de ce miroir, qui a été fait il y a plus de vingt ans, s'étoit gâté; il faudroit le remettre entre les mains de M. de Bernières, qui seul a le secret de cet étamage, pour le bien réparer.

nous l'expliquerons ailleurs. Du reste, ces miroirs sont supérieurs à tous les miroirs de réflexion dont on avoit connoissance : ils servent aussi à voir en grand les petits tableaux, et à en distinguer toutes les beautés et tous les défauts ; et si on en fait étamer de pareils dans leur concavité, ce qui seroit bien plus aisé que sur la convexité, ils serviroient à voir les plafonds et autres peintures qui sont trop grandes et trop perpendiculaires sur la tête pour pouvoir être regardées aisément.

Mais ces miroirs ont l'inconvénient commun à tous les miroirs de ce genre, qui est de brûler en haut ; ce qui fait qu'on ne peut travailler de suite à leur foyer, et qu'ils deviennent presque inutiles pour toutes les expériences qui demandent une longue action du feu et des opérations suivies. Néanmoins, en recevant d'abord les rayons du soleil sur une glace plane de quatre pieds et demi de hauteur et d'autant de largeur qui les réfléchit contre ces miroirs concaves, ils sont assez puissans pour que cette perte, qui est de la moitié de la chaleur, ne les empêche pas de brûler très-vivement à leur foyer, qui par ce moyen se trouve en bas comme celui des miroirs de réfraction, et auquel par conséquent on pourroit travailler de suite et avec une égale facilité ; seulement il seroit nécessaire que la glace plane et le miroir concave fussent tous deux montés parallèlement sur un même support, où ils pourroient recevoir également les mêmes mouvemens de direction et d'inclinaison, soit horizontalement, soit verticalement. L'effet que le miroir de quarante-six pouces de diametre feroit en bas, n'étant que de moitié de celui qu'il produit en haut, c'est comme si la surface de ce miroir étoit réduite de moitié, c'est-à-dire comme s'il n'avoit qu'un peu plus de trente-deux pouces de diametre au lieu de quarante-six ; et cette dimension de trente-deux pouces de diamètre pour un foyer de six pieds ne laisse pas de donner une chaleur plus grande que celle des lentilles de Tschirnaüs ou du sieur Segard, dont je me suis autrefois servi, et qui sont les meilleures que l'on connoisse.

Enfin, par la réunion de ces deux miroirs, on auroit aux rayons du soleil une chaleur immense à leur foyer commun, surtout en le recevant en haut, qui ne seroit diminuée que de moitié en le recevant en bas, et qui par conséquent seroit beaucoup plus grande qu'aucune autre chaleur connue, et pourroit produire des effets dont nous n'avons aucune idée.

III. *Lentilles ou miroirs à l'eau.*

Au moyen des glaces courbées et travaillées régulièrement dans leur concavité, et sur leur convexité, on peut faire un miroir réfringent, en joignant par opposition deux de ces glaces, et en remplissant d'eau tout l'espace qu'elles contiennent.

Dans cette vue, j'ai fait courber deux glaces de trente-sept pouces de diamètre, et les ai fait user de huit à neuf lignes sur les bords pour les bien joindre. Par ce moyen, l'on n'aura pas besoin de mastic pour empêcher l'eau de fuir.

Au zénith du miroir, il faut pratiquer un petit goulot, par lequel on en remplira la capacité avec un entonnoir ; et comme les vapeurs de l'eau échauffée par le soleil pourroient faire casser les glaces, on laissera ce goulot ouvert pour laisser échapper les vapeurs ; et, afin de tenir le miroir toujours absolument plein d'eau, on ajustera dans ce goulot une petite bouteille pleine d'eau, et cette bouteille finira elle-même en haut par un goulot étroit, afin que, dans les différentes inclinaisons du miroir, l'eau qu'elle contiendra ne puisse pas se répandre en trop grande quantité.

Cette lentille, composée de deux glaces de trente-sept pouces, chacune de deux pieds et demi de foyer, brûleroit à cinq pieds, si elle étoit de verre : mais l'eau ayant une moindre réfraction que le verre, le foyer sera plus éloigné ; il ne laissera pas néanmoins de brûler vivement : j'ai supputé qu'à la distance de cinq pieds et demi cette lentille à l'eau produiroit au moins deux fois autant de chaleur que la lentille du Palais-Royal, qui est de verre solide, et dont le foyer est à douze pieds.

J'avois conservé une assez forte épaisseur aux glaces, afin que le poids de l'eau qu'elles devoient renfermer ne pût en altérer la courbure : on pourroit essayer de rendre l'eau plus réfringente en y faisant fondre des sels ; comme l'eau peut successivement fondre plusieurs sels, et s'en charger en plus grande quantité qu'elle ne se chargeroit d'un seul sel, il faudroit en fondre de plusieurs espèces, et on rendroit par ce moyen la réfraction de l'eau plus approchante de celle du verre.

Tel étoit mon projet : mais, après avoir travaillé et ajusté ces glaces de trente-sept pouces, celle du dessous s'est cassée dès la première expérience ; et comme il ne m'en restoit qu'une, j'en ai fait le miroir concave

de trente-sept pouces, dont j'ai parlé dans l'article précédent.

Ces loupes composées de deux glaces sphériquement courbées et remplies d'eau brûleront en bas, et produiront de plus grands effets que les loupes de verre massif, parce que l'eau laisse passer plus aisément la lumière que le verre le plus transparent; mais l'exécution ne laisse pas d'en être difficile, et demande des attentions infinies. L'expérience m'a fait connoître qu'il falloit des glaces épaisses de neuf ou huit lignes au moins, c'est-à-dire des glaces faites exprès : car on n'en coule point aux manufactures d'aussi épaisses, à beaucoup près; toutes celles qui sont dans le commerce n'ont qu'environ moitié de cette épaisseur. Il faut ensuite courber ces glaces dans un fourneau pareil à celui dont j'ai donné la figure; avoir attention de bien sécher le fourneau, de ne pas presser le feu et d'employer au moins trente heures à l'opération. La glace se ramollira et pliera par son poids sans se dissoudre, et s'affaissera sur le moule concave qui lui donnera sa forme. On la laissera recuire et refroidir par degrés dans ce fourneau, qu'on aura soin de boucher au moment qu'on aura vu la glace bien affaissée partout également. Deux jours après, lorsque le fourneau aura perdu toute sa chaleur, on en tirera la glace, qui ne sera que légèrement dépolie; on examinera, avec un grand compas courbe, si son épaisseur est à peu près égale partout; et si cela n'étoit pas, et qu'il y eût dans de certaines parties de la glace une inégalité sensible, on commencera par l'atténuer avec une molette de même sphère que la courbure de la glace. On continuera de travailler de même les deux surfaces concave et convexe, qu'il faut rendre parfaitement concentriques, en sorte que la glace ait partout exactement la même épaisseur; et pour parvenir à cette précision, qui est absolument nécessaire, il faudra faire courber de plus petites glaces de deux ou trois pieds de diamètre, en observant de faire ces petits moules sur un rayon de quatre ou cinq lignes plus long que ceux du foyer de la grande glace. Par ce moyen on aura des glaces courbes dont on se servira, au lieu de molettes, pour travailler les deux surfaces concave et convexe, ce qui avancera beaucoup le travail : car ces petites glaces, en frottant contre la grande, l'useront et s'useront également; et comme leur courbure est plus forte de quatre lignes, c'est-à-dire de moitié d'épaisseur de la grande glace, le travail de ces petites glaces, tant au dedans qu'au dehors, rendra concentriques les deux surfaces de la grande glace aussi précisément qu'il a été possible. C'est là le point le plus difficile; et j'ai souvent vu que pour l'obtenir on étoit obligé d'user la glace de plus d'une ligne et demie sur chaque surface; ce qui la rendoit trop mince, et dès lors inutile, du moins pour notre objet. Ma glace de trente-sept pouces que le poids de l'eau, joint à la chaleur du soleil, a fait casser, avoit néanmoins, toute travaillée, plus de trois lignes et demie d'épaisseur; et c'est pour cela que je recommande de les tenir encore plus épaisses.

J'ai observé que ces glaces courbées sont plus cassantes que les glaces ordinaires; la seconde fusion ou demi-fusion que le verre éprouve pour se courber est peut-être la cause de cet effet, d'autant que, pour prendre la forme sphérique, il est nécessaire qu'il s'étende inégalement dans chacune de ses parties, et que leur adhérence entre elles change dans des proportions inégales, et même différentes pour chaque point de la courbe, relativement au plan horizontal de la glace, qui s'abaisse successivement pour prendre la courbe sphérique.

En général, le verre a du ressort, et peut plier sans se casser, d'environ un pouce par pied, surtout quand il est mince; je l'ai même éprouvé sur des glaces de deux et trois lignes d'épaisseur, et de cinq pieds de hauteur : on peut les faire plier de plus de quatre pouces sans les rompre, surtout en ne les comprimant qu'en un sens; mais si on les courbe en deux sens à la fois, comme pour produire une surface sphérique, elles cassent à moins d'un demi-pouce par pied sous cette double flexion. La glace inférieure de ces lentilles à l'eau obéissant donc à la pression causée par le poids de l'eau, elle cassera ou prendra une plus forte courbure, à moins qu'elle ne soit fort épaisse, ou qu'elle ne soit soutenue par une croix de fer; ce qui fait ombre au foyer et rend désagréable l'aspect de ce miroir. D'ailleurs le foyer de ces lentilles à l'eau n'est jamais franc, ni bien terminé, ni réduit à sa plus petite étendue; les différentes réfractions que souffre la lumière en passant du verre dans l'eau et de l'eau dans le verre, causent une aberration des rayons beaucoup plus grande qu'elle ne l'est par une réfraction simple dans les loupes de verre massif. Tous ces inconvéniens m'ont fait tourner mes vues sur les moyens de perfectionner les lentilles de verre, et je crois avoir enfin trouvé tout ce qu'on peut faire de mieux en ce genre, comme

je l'expliquerai dans les paragraphes suivans.

Avant de quitter les lentilles à l'eau, je crois devoir encore proposer un moyen de construction nouvelle qui seroit sujette à moins d'inconvéniens, et dont l'exécution seroit assez facile. Au lieu de courber, travailler et polir de grandes glaces de quatre ou cinq pieds de diamètre, il ne faudroit que de petits morceaux carrés de deux pouces, qui ne coûteroient presque rien, et les placer dans un châssis de fer traversé de verges minces de ce même métal, et ajustées comme les vitres en plomb. Ce châssis et ces verges de fer, auxquelles on donneroit la courbure sphérique et quatre pieds de diamètre, contiendroient chacun trois cent quarante-six de ces petits morceaux de deux pouces; et en laissant quarante-six pour l'équivalent de l'espace que prendroient les verges de fer, il y auroit toujours trois cents disques du soleil qui coïncideroient au même foyer, que je suppose à dix pieds; chaque morceau laisseroit passer un disque de deux pouces de diamètre, auquel, ajoutant la lumière des parties du carré circonscrit à ce cercle de deux pouces de diamètre, le foyer n'auroit à dix pieds que deux pouces et demi ou deux pouces trois quarts, si la monture de ces petites glaces étoit régulièrement exécutée. Or, en diminuant la perte que souffre la lumière en passant à travers l'eau et les doubles verres qui la contiennent, et qui seroit ici à peu près de moitié, on auroit encore au foyer de ce miroir, tout composé de facettes planes, une chaleur cent cinquante fois plus grande que celle du soleil. Cette construction ne seroit pas chère, et je n'y vois d'autre inconvénient que la fuite de l'eau qui pourroit percer par les joints des verges de fer qui soutiendroient les petits trapèzes de verre. Il faudroit prévenir cet inconvénient en pratiquant de petites rainures de chaque côté dans ces verges, et enduire ces rainures de mastic ordinaire des vitriers, qui est impénétrable à l'eau.

IV. *Lentilles de verre solide.*

J'ai vu deux de ces lentilles, celle du Palais-Royal et celle du sieur Segard; toutes deux ont été tirées d'une masse de verre d'Allemagne, qui est beaucoup plus transparent que le verre de nos glaces de miroir: mais personne ne sait en France fondre le verre en larges masses épaisses, et la composition d'un verre transparent comme celui de Bohême, n'est connue que depuis peu d'années.

J'ai d'abord cherché les moyens de fondre le verre en masses épaisses, et j'ai fait en même temps différens essais pour avoir une matière bien transparente. M. de Romilly qui, dans ce temps, étoit l'un des directeurs de la manufacture de Saint-Gobin, m'ayant aidé de ses conseils, nous fondîmes deux masses de verre d'environ sept pouces de diamètre sur cinq à six pouces d'épaisseur, dans des creusets à un fourneau où l'on cuisoit de la faïence au faubourg Saint-Antoine. Après avoir fait user et polir les deux surfaces de ces morceaux de verre pour les rendre parallèles, je trouvai qu'il n'y en avoit qu'un des deux qui fût parfaitement net. Je livrai le second morceau, qui étoit le moins parfait, à des ouvriers qui ne laissèrent pas que d'en tirer d'assez bons prismes de toute grosseur, et j'ai gardé pendant plusieurs années le premier morceau, qui avoit quatre pouces et demi d'épaisseur et dont la transparence étoit telle, qu'en posant ce verre de quatre pouces et demi d'épaisseur sur un livre, on pouvoit lire à travers très-aisément les caractères les plus petits et les écritures de l'encre la plus blanche. Je comparai le degré de transparence de cette matière avec celle des glaces de Saint-Gobin, prises et réduites à différentes épaisseurs; un morceau de la matière de ces glaces, de deux pouces et demi d'épaisseur sur environ un pied de longueur et de largeur, que M. de Romilly me procura, étoit vert comme du marbre vert, et l'on ne pouvoit lire à travers : il fallut le diminuer de plus d'un pouce pour commencer à distinguer les caractères à travers son épaisseur, et enfin le réduire à deux lignes et demie d'épaisseur pour que sa transparence fût égale à celle de mon morceau de quatre pouces et demi d'épaisseur; car on voyoit aussi clairement les caractères du livre à travers ces quatre pouces et demi, qu'à travers la glace qui n'avoit que deux lignes et demie. Voici la composition de ce verre, dont la transparence est si grande:

Sable blanc cristallin, *une livre.*
Minium, ou chaux de plomb, *une livre.*
Potasse, *une demi-livre.*
Salpêtre, *une demi-once.*

Le tout mêlé et mis au feu suivant l'art.

J'ai donné à M. Cassini de Thury ce morceau de verre, dont on pouvoit espérer de faire d'excellens verres de lunette achromatique, tant à cause de sa très-grande trans-

parence que de sa force réfringente, qui étoit très-considérable, vu la quantité de plomb qui étoit entrée dans sa composition ; mais M. de Thury ayant confié ce beau morceau de verre à des ouvriers ignorans, ils l'ont gâté au feu, où ils l'ont remis mal à propos. Je me suis repenti de ne l'avoir pas fait travailler moi-même ; car il ne s'agissoit que de le trancher en lames, et la matière en étoit encore plus transparente et plus nette que celle *flint-glass* d'Angleterre, et elle avoit plus de force de réfraction.

Avec six cents livres de cette même composition, je voulois faire une lentille de vingt-six ou vingt-sept pouces de diamètre, et de cinq pieds de foyer. J'espérois pouvoir la fondre dans mon fourneau, dont à cet effet j'avois fait changer la disposition intérieure ; mais je reconnus bientôt que cela n'étoit possible que dans les plus grands fourneaux de verrerie. Il me falloit une masse de trois pouces d'épaisseur sur vingt-sept ou vingt-huit pouces de diamètre, ce qui fait environ un pied cube de verre. Je demandai la liberté de la faire couler à mes frais à la manufacture de Saint-Gobin ; mais les administrateurs de cet établissement ne voulurent pas me le permettre, et la lentille n'a pas été faite. J'avois supputé que la chaleur de cette lentille de vingt-sept pouces seroit à celle de la lentille du Palais-Royal comme 19 sont à 6 ; ce qui est un très-grand effet, attendu la petitesse du diamètre de cette lentille, qui auroit eu onze pouces de moins que celle du Palais-Royal.

Cette lentille, dont l'épaisseur au point du milieu ne laisse pas d'être considérable, est néanmoins ce qu'on peut faire de mieux pour brûler à cinq pieds : on pourroit même en augmenter le diamètre ; car je suis persuadé qu'on pourroit fondre et couler également des pièces plus larges et plus épaisses dans les fourneaux où l'on fond les grandes glaces, soit à Saint Gobin, soit à Rouelles en Bourgogne. J'observe seulement ici qu'on perdroit plus par l'augmentation de l'épaisseur qu'on ne gagneroit par celle de la surface du miroir, et que c'est pour cela que, tout compensé, je m'étois borné à vingt-six ou vingt-sept pouces.

Newton a fait voir que quand les rayons de lumière tomboient sur le verre sous un angle de plus de quarante-sept ou quarante-huit degrés, ils sont réfléchis au lieu d'être réfractés. On ne peut donc pas donner à un miroir réfrigent un diamètre plus grand que la corde d'un arc de quarante-sept ou quarante-huit degrés de la sphère sur laquelle il a été travaillé. Ainsi, dans le cas présent, pour brûler à cinq pieds, la sphère ayant environ trente-deux pieds de circonférence, le miroir ne peut avoir qu'un peu plus de quatre pieds de diamètre : mais, dans ce cas, il auroit le double d'épaisseur de ma lentille de vingt-six pouces ; et d'ailleurs les rayons trop obliques ne se réunissent jamais bien.

Ces loupes de verre solide sont, de tous les miroirs que je viens de proposer, les plus commodes, les plus solides, les moins sujets à se gâter, et même les plus puissans lorsqu'ils sont bien transparens, bien travaillés, et que leur diamètre est bien proportionné à la distance de leur foyer. Si l'on veut donc se procurer une loupe de cette espèce, il faut combiner ces différens objets, et ne lui donner, comme je l'ai dit, que vingt-sept pouces de diamètre pour brûler à cinq pieds, qui est une distance commode pour travailler de suite et fort à l'aise au foyer. Plus le verre sera transparent et pesant, plus seront grands les effets ; la lumière passera en plus grande quantité en raison de la transparence, et sera d'autant moins dispersée, d'autant moins réfléchie, et par conséquent d'autant mieux saisie par le verre, et d'autant plus réfractée, qu'il sera plus massif, c'est-à-dire spécifiquement plus pesant. Ce sera donc un avantage que de faire entrer dans la composition de ce verre une grande quantité de plomb ; et c'est par cette raison que j'en ai mis moitié, c'est-à-dire autant de minium que de sable. Mais, quelque transparent que soit le verre de ces lentilles, leur épaisseur dans le milieu est non seulement un très-grand obstacle à la transmission de la lumière, mais encore un empêchement aux moyens qu'on pourroit trouver pour fondre des masses aussi épaisses et aussi grandes qu'il le faudroit : par exemple, pour une loupe de quatre pieds de diamètre, à laquelle on donneroit un foyer de cinq ou six pieds, qui est la distance la plus commode, et à laquelle la lumière, plongeant avec moins d'obliquité, aura plus de force qu'à de grandes distances, il faudroit fondre une masse de verre de quatre pieds sur six pouces et demi ou sept pouces d'épaisseur, parce qu'on est obligé de la travailler et de l'user même dans la partie la plus épaisse. Or, il seroit très-difficile de fondre et couler d'un seul jet ce gros volume, qui seroit, comme l'on voit, de cinq ou six pieds cubes ; car les plus amples cuvettes des manufactures de glaces ne contiennent pas deux pieds cubes : les plus

grandes glaces de soixante pouces sur cent vingt, en leur supposant cinq lignes d'épaisseur, ne font qu'un volume d'environ un pied cube trois quarts. L'on sera donc forcé de se réduire à ce moindre volume, et de n'employer en effet qu'un pied cube et demi, ou tout au plus un pied cube trois quarts de verre pour en former la loupe, et encore aura-t-on bien de la peine à obtenir des maîtres de ces manufactures de faire couler du verre à cette grande épaisseur, parce qu'ils craignent, avec quelque raison, que la chaleur trop grande de cette masse épaisse de verre ne fasse fondre ou boursoufler la table de cuivre sur laquelle on coule les glaces, lesquelles n'ayant au plus que cinq lignes d'épaisseur [1], ne communiquent à la table qu'une chaleur très-médiocre en comparaison de celle que lui feroit subir une masse de six pouces d'épaisseur.

V. *Lentilles à échelons pour brûler avec la plus grande vivacité possible.*

Je viens de dire que les fortes épaisseurs qu'on est obligé de donner aux lentilles lorsqu'elles ont un grand diamètre et un foyer court, nuisent beaucoup à leur effet : une lentille de six pouces d'épaisseur dans le milieu de la matière des glaces ordinaires ne brûle, pour ainsi dire, que par les bords. Avec du verre plus transparent, l'effet sera plus grand ; mais la partie du milieu reste toujours en pure perte, la lumière ne pouvant en pénétrer et traverser la trop grande épaisseur. J'ai rapporté les expériences que j'ai faites sur la diminution de la lumière qui passe à travers différentes épaisseurs du même verre ; et l'on a vu que cette diminution est très-considérable ; j'ai donc cherché les moyens de parer à cet inconvénient, et j'ai trouvé une manière simple et assez aisée de diminuer réellement les épaisseurs des lentilles autant qu'il me plaît, sans pour cela diminuer sensiblement leur diamètre et sans allonger leur foyer.

Ce moyen consiste à travailler ma pièce de verre par échelons. Supposons, pour me faire mieux entendre, que je veuille diminuer de deux pouces l'épaisseur d'une lentille de verre qui a vingt-six pouces de diamètre, cinq pieds de foyer et trois pouces d'épaisseur au centre ; je divise l'arc de cette lentille en trois parties, et je rapproche concentriquement chacune de ces portions d'arc, en sorte qu'il ne reste qu'un pouce d'épaisseur au centre, et je forme de chaque côté un échelon d'un demi-pouce, pour rapprocher de même les parties correspondantes : par ce moyen, en faisant un second échelon, j'arrive à l'extrémité du diamètre, et j'ai une lentille à échelons qui est à très-peu près du même foyer, et qui a le même diamètre, et près de deux fois moins d'épaisseur que la première ; ce qui est un très-grand avantage.

Si l'on vient à bout de fondre une pièce de verre de quatre pieds de diamètre sur deux pouces et demi d'épaisseur, et de la travailler par échelons sur un foyer de huit pieds, j'ai supputé qu'en laissant même un pouce et demi d'épaisseur au centre de cette lentille et à la couronne intérieure des échelons, la chaleur de cette lentille sera à celle de la lentille du Palais-Royal comme 28 sont à 6, sans compter l'effet de la différence des épaisseurs, qui est très-considérable, et que je ne puis estimer d'avance.

Cette dernière espèce de miroir réfringent est tout ce qu'on peut faire de plus parfait en ce genre ; et quand même nous le réduirions à trois pieds de diamètre sur quinze lignes d'épaisseur au centre et six pieds de foyer, ce qui en rendra l'exécution moins difficile, on auroit toujours un degré de chaleur quatre fois au moins plus grand que celui des plus fortes lentilles que l'on connoisse. J'ose dire que ce miroir à échelons seroit l'un des plus utiles instrumens de physique ; je l'ai imaginé il y a plus de vingt-cinq ans, et tous les savans auxquels j'en ai parlé désireroient qu'il fût exécuté : on en tireroit de grands avantages pour l'avancement des sciences ; et, y adaptant un héliomètre, on pourroit faire à son foyer toutes les opérations de la chimie aussi commodément qu'on le fait au feu des fourneaux, etc.

Explication des figures qui représentent le fourneau dans lequel j'ai fait courber des glaces pour faire des miroirs ardens de différentes espèces.

Dans la planche I, figure I, est le plan du fourneau, au rez-de-chaussée, où l'on voit *AHKB* un

1. On a néanmoins coulé à Saint-Gobin, et à ma prière, des glaces de sept lignes, dont je me suis servi pour différentes expériences, il y a plus de vingt ans ; j'ai remis dernièrement une de ces glaces de trente-huit pouces en carré et de sept lignes d'épaisseur, à M. de Bernières qui a entrepris de faire des loupes à l'eau pour l'Académie des Sciences, et j'ai vu chez lui des glaces de dix lignes d'épaisseur, qui ont été coulées de même à Saint-Gobin : cela doit faire présumer qu'on pourroit, sans aucun risque pour la table, en couler d'encore plus épaisses.

vide qui sauve les inconvéniens du terre-plein sous l'âtre du fourneau; ce vide est couvert d'une voûte, comme on le verra dans les figures suivantes:

ER les cendriers, disposés en sorte que l'ouverture de l'un est dans la face où se trouve le vent de l'autre.

LL deux contre-forts qui affermissent la maçonnerie du fourneau.

MM deux autres contre forts, dont l'usage est le même que celui de ceux ci-dessus, et qui n'en diffèrent que parce qu'ils sont un peu arrondis.

GGGG plans de quatre barres de fer qui affermissent le fourneau, ainsi qu'il sera expliqué ci-après.

La figure 2 est l'élévation d'une des faces parallèles à la ligne *CD* du plan précédent.

HK l'ouverture pratiquée dans l'âtre du fourneau, afin qu'il ne s'y trouve point d'humidité.

CC la bouche ou grande ouverture du fourneau.

A la petite ouverture pratiquée dans la face opposée, laquelle est toute semblable à celle que la même planche représente, à cette différence près, que l'ouverture est plus petite.

Mm un des contre-forts arrondis, à côté duquel on voit le vent.

R ouverture par où l'air extérieur passe sous la grille du foyer.

E le cendrier, *N* le foyer, *P* la porte qui le ferme.

Ll un contre-fort carré.

GO, *GO*, deux des barres de fer scellées en terre, et qui sont unies à celles qui sont posées à l'autre face par les liens de fer *DD*, ainsi que l'on verra dans une des figures suivantes.

OO deux barres de fer qui unissent ensemble les deux barres *GO*, *GO*, et retiennent la voûte de l'ouverture *CC* qui est bombée.

mDBDl la voûte commune du fourneau et des foyers, dont la figure est ellipsoïde; l'arrangement des briques et autres matériaux qui composent le fourneau se connoît aisément par la figure.

La figure 3 est la vue extérieure du fourneau par une des faces parallèles à la ligne *AB* du plan, figure 1.

Ll, *Mm*, contre-forts.

HK extrémités de l'ouverture sous l'âtre du fourneau.

GOD, *GOD*, les barres de fer dont on a parlé, qui sont unies ensemble par le lien *DD*.

Les liens *DD* couchés sur la voûte *DBD* sont unis ensemble par un troisième lien de fer.

Les figures précédentes font connoître l'extérieur du fourneau. L'intérieur, plus intéressant, est représenté dans les planches suivantes.

La figure 4 est une coupe horizontale du fourneau par le milieu de la grande bouche.

X est l'âtre que l'on a rendu concave sphérique.

EE les deux grilles qui séparent le foyer du cendrier, et sur lesquelles on met le charbon: on a supposé que la voûte étoit transparente, pour mieux faire voir la direction des barreaux qui composent les grilles.

A la petite ouverture, *CC* la grande.

DD les marges; *LM*, *LM*, les contre-forts

La figure 5 est la coupe verticale du fourneau suivant la ligne *CD* du plan, ou selon le grand axe de l'ellipsoïde dont la voûte a la figure.

Z le vide sous l'âtre du fourneau.

GXK cavité sphérique pratiquée dans l'âtre du fourneau, et sur laquelle la glace *GK* qui a été arrondie est posée, et dont elle doit prendre exactement la figure, après qu'elle aura été ramollie par le feu.

FF les grilles ou foyer au dessous desquelles sont les cendriers.

DD les marges qui empêchent les bords de la glace du côté des foyers d'être trop tôt atteints par le feu.

CBC la voûte, *CC* lunettes que l'on ouvre ou ferme à volonté en les couvrant d'un carreau de terre cuite, *LM* contre-forts.

La figure 6 représente la coupe du fourneau par un plan vertical, qui passe par la ligne *AB* du plan.

HKL le vide sous l'âtre du fourneau.

GXK cavité sphérique pratiquée dans l'âtre du fourneau, et sur laquelle la glace *X* est déjà appliquée.

DD une des marges, *P* la grande ouverture, *Q* la petite, *CC* lunettes.

CBC la voûte coupée transversalement ou selon le petit axe de l'ellipsoïde. On jugera de la grandeur de chaque partie de ce fourneau par les échelles qui sont au bas de chaque figure, qui ont été exactement levées sur le fourneau qui étoit au Jardin royal des Plantes, par M. Goussier.

Grand miroir de réflexion, *appelé* MIROIR D'ARCHIMÈDE.

Planche 2, figure 1. Ce miroir est composé de trois cent soixante glaces montées sur un châssis de fer *CDEF*; chaque glace est mobile, pour que les images réfléchies par chacune puissent être renvoyées vers le même point, et coïncider dans le même espace.

Le châssis, qui a deux tourillons, est porté par une pièce de fer composée de deux montans *MB*, *LA*, assemblés à tenons et mortoises dans la couche *ZO*; ils sont assujettis dans cette situation par la traverse *ab*, et par trois étais à chacun *N*, *Q*, *O*, fixés en *P* dans le corps du montant *MB*, et assemblés par le bas dans une courbe *NOQ* qui leur sert d'empatement; ces courbes ont des entailles qui reçoivent des roulettes, au moyen desquelles cette machine, quoique fort pesante, peut tourner librement sur le plancher de bois *XXY*, étant assujettie au centre de cette plate-forme par l'axe *RS* qui passe dans les deux traverses *ZO*, *ab*; chaque montant porte aussi à sa partie inférieure une roulette, en sorte que toute la machine est portée par dix roulettes: la plate-forme de bois est recouverte de bandes de fer dans la rouette des roulettes; sans cette attention la plate-forme ne seroit pas de longue durée.

La plate-forme est portée par quatre fortes roulettes de bois, dont l'usage est de faciliter le transport de toute la machine d'un lieu à un autre.

Pour pouvoir varier à volonté les inclinaisons du miroir, et pouvoir l'assujettir dans la situation que l'on juge à propos, on a adapté la crémaillère *F*, qui est unie avec des cercles; cette crémaillère est menée par un pignon en lanterne, dont la tige *H* traverse le montant et un des étais, et est terminée par une manivelle *K*, au moyen de laquelle on incline ou on redresse le miroir à discrétion.

Jusqu'à présent nous n'avons expliqué que la construction générale du miroir; reste à expliquer par quel artifice on parvient à faire que les images différentes, réfléchies par les différens miroirs, sont

toutes renvoyées au même point, et c'est à quoi sont destinées les figures suivantes.

Figure 2. *XZ* une portion des barres qui occupent le derrière du miroir; ces barres sont au nombre de vingt, et disposées horizontalement, en sorte que leur plan est parallèle au plan du miroir; chacune de ces barres a dix-huit entailles *TT*, et le même nombre d'éminences *VVV* qui les séparent: ces barres sont assujetties aux côtés verticaux du châssis du miroir par des vis, et entre elles par trois ou quatre barres verticales, auxquelles elles sont assujetties par des vis. Vis à-vis de chaque entaille *TT* il y a des poupées *TA*, *TD*, qui y sont fixées par les écrous *GG*, qui prennent la partie taraudée de la queue de la poupée, après qu'elle a traversé l'épaisseur de la barre; les parties supérieures de chaque poupée, qui sont percées, servent de collets aux tourillons de la croix dont nous allons parler; cette croix, représentée figures 3 et 5, est un morceau de cuivre ou de fer, dont la figure fait connoître la forme.

CD les tourillons qui entrent dans les trous pratiqués à chaque poupée, en sorte qu'elle se peut mouvoir librement dans ces trous.

La vis *ML*, après avoir traversé l'éminence *V*, va s'appuyer en dessous contre l'extrémité inférieure *B* du croisillon *BA*; en même temps le ressort *K* va s'appliquer contre l'autre extrémité *A* du même croisillon; en sorte que lorsque l'on fait tourner la vis en montant, le ressort en se rétablissant fait que la partie *B* du croisillon se trouve toujours appliquée sur la pointe de la vis: il résulte de cette construction un mouvement de ginglyme ou charnière, dont l'axe est *BC*, figure 2.

Ce seul mouvement ne suffisant pas, on en a pratiqué un autre, dont l'axe de mouvement croise à angle droit le premier.

Aux deux extrémités *A* et *B* du croisillon *AB*, on a adapté deux petites poupées *BH*, *AK*, fig. 5, retenues, comme les précédentes, par des vis et des écrous.

Les trous *HA*, qui sont aux parties supérieures de ces poupées, reçoivent les tourillons *DC*, fig. 4, d'une plaque de fer que nous avons appelée *porte-glace*, qui peut se mouvoir librement sur les poupées, et s'incliner sur l'axe *CD* du premier mouvement par le moyen de la vis *FG*, pour laquelle on a reservé un bossage *E* dans le croisillon *AB*, afin de lui servir d'écrous dormans: cette vis s'applique par *E* contre la partie *DBC* du porte-glace, et force cette partie à monter lorsqu'on tourne la vis; mais lorsqu'on vient à lâcher cette vis, le ressort *L* qui s'applique contre la partie *DAC* du porte-glace, la force à suivre toujours la pointe de la vis: au moyen de ces deux mouvemens de ginglyme, on peut donner à la glace qui est reçue par les crochets *ACB* du porte-glace, telle direction que l'on souhaite, et par ce moyen faire coincider l'image du soleil réfléchie par une glace, avec celle qui est réfléchie par une autre.

La figure 6 représente le porte-glace vu par derrière, où l'on voit la vis *FEG* qui s'applique en *G* hors de l'axe de mouvement *HK*, et le ressort *L* qui s'applique en *L* de l'autre côté de l'axe de mouvement.

La figure 7 représente le porte-glace vu en dessus, et garni de la glace *ACBD*; le reste est expliqué dans les autres figures.

Miroir de réflexion rendu concave par la pression d'une vis appliquée au centre.

La figure 8 représente le miroir monté sur son pied, *BDC* la fourchette qui porte le miroir; cette fourchette est mobile dans l'axe vertical, et est retenue sur le pied à trois branches *FFF* par l'écrou *G*.

DE le régulateur des inclinaisons.

A la tête de la vis placée au centre du miroir, rendu concave par son moyen.

La figure 9 représente le miroir vu par sa partie postérieure, *BC* les tourillons qui entrent dans les collets de la fourchette.

FG une barre de fer fixée sur l'anneau de même métal qui entoure la glace: cette barre sert de point d'appui à la vis *DE* qui comprime la glace.

BHCK l'anneau ou cercle de fer sur lequel la glace est appliquée; ce cercle doit être exactement plan et parfaitement ciculaire: on couvre la partie sur laquelle la glace s'applique, avec de la peau, du cuir ou de l'étoffe, pour que le contact soit plus immédiat, et que la glace ne soit point exposée à rompre.

Miroir de réflexion rendu concave par la pression de l'atmosphère.

Figure 10. Ce miroir consiste en un tambour ou cylindre, dont une des bases est la glace, et l'autre une plaque de fer.

AB la glace parfaitement plane, *C* une lentille taillée dans l'épaisseur même de la glace.

BM la hauteur du cylindre aux extrémités du diamètre horizontal *TL*, duquel sortent deux tourillons, qui entrent dans les yeux de la fourchette, ainsi qu'il est expliqué en parlant du miroir de réfraction.

MO le régulateur des inclinaisons.

N le collet par lequel il passe, et la vis qui sert à l'y fixer.

RSPQ le pied qui est semblable à celui du miroir de réfraction, à cette différence près, qu'il est de bois, et que les pièces ont un contour moins orné; du reste sa fonction est la même.

Figure 11 est le profil du miroir coupé par un plan qui passe par l'axe du cylindre, et auquel on suppose que l'œil est perpendiculaire.

AB la glace dont on voit l'épaisseur.

C la lentille qui y est entaillée, et dont le foyer tombe sur le point *c*.

ED la base du cylindre, qui est une plaque de fer.

AE, *BD*, la hauteur et la coupe de la surface cylindrique.

Une mèche soufrée que l'on fait entrer dans la cavité du miroir, après avoir ôté la vis *K*, dont l'écrou est un cube solidement attaché à la plaque de fer qui sert de fond au miroir.

G la même vis représentée séparément; *H* une rondelle de cuir que l'on met entre la tête de la vis et son écrou pour fermer entièrement le passage à l'air.

abc la courbure que la glace prend, après que l'air que le cylindre contient a été consommé par la flamme de la bougie à laquelle la lentille *C* a mis le feu.

DEE le régulateur des inclinaisons, qui est assemblé à charnière au point *D*.

Autre miroir de réflexion.

Planche 3, figure 1. Il consiste aussi en un cylindre ou tambour de fer, dont une des bases est une glace parfaitement plane; la base opposée est une plaque de fer qui est fortifiée par les règles de fer posées de champ *EE*, *HH*. On vide l'air que le cylindre contient par la pompe *BC*, qui est affermie sur la plaque de fer par les collets *xx*.

A l'extrémité supérieure du piston.

E un cube de cuivre solidement fixé sur la plaque ; ce cube est porté en travers pour recevoir le robinet *F*, au moyen duquel on ouvre ou on ferme la communication de l'intérieur du cylindre avec la pompe.

LN, *mn*, la fourchette sur laquelle le miroir est monté, et qui est mobile dans l'arbre *MO*.

PRQ le pied, qui a seulement trois branches; ce qui fait qu'il porte toujours à plomb, même sur un plan inégal.

La figure 2 représente le miroir coupé suivant la ligne *GH*, et duquel on suppose que l'on a pompé l'air.

XZ la glace que la pression de l'atmosphère a rendue concave.

HG la plaque de fer qui sert de fond au cylindre.

NL les tourillons.

FE le robinet.

Les figures 3 et 4 représentent en grand la coupe du cube dans lequel passe le robinet; ce cube est supposé coupé par un plan perpendiculaire à la plaque, et qui passe par la pompe.

c partie du canal coudé pratiqué dans le cube qui communique à l'intérieur du miroir.

b portion du même canal qui communique à la pompe.

a le robinet qui se trouve coupé perpendiculairement à son axe.

La figure 3 représente la situation du robinet lorsque la communication est ouverte; la portion *m* du canal se présente vis-à-vis les ouvertures *b*.

La figure 4 représente la situation du robinet lorsque la communication est fermée; alors la partie *m* du canal ne se présente plus vis-à-vis les mêmes ouvertures.

Lentille à l'eau.

Figure 5. Le miroir entier monté sur son pied.

ABMC le miroir composé de deux glaces convexes, assujetties l'une contre l'autre par le châssis ou cadre circulaire *ABMC*.

BC extrémités de la fourchette de fer qui porte ce miroir. Les extrémités de cette fourchette sont percées d'un trou cylindrique pour recevoir les tourillons dont le châssis du miroir est garni, et sur lesquels il se meut pour varier les inclinaisons.

BMC la fourchette.

KFIGH le pied qui porte le miroir; il est composé de plusieurs pièces.

KL l'arbre ou poinçon qui s'appuie par sa partie inférieure sur la croix *HI*, *FG*; il est fixé dans la situation verticale par les quatre étais ou jambes de force *KG*, *KH*, *KF*, *KI*, qui sont de fer, et auxquelles on a donné un contour agréable.

f, *g*, *h*, *i*, les roulettes.

Figure 6. Coupe ou profil du miroir dans laquelle on suppose que l'œil est placé dans le plan qui sépare les deux glaces.

XZ les deux glaces qui étant réunies forment une lentille.

bm coupe du châssis ou anneau qui retient les glaces unies ensemble; cet anneau est composé de deux pièces qui s'assujettissent l'une à l'autre par des vis, et entre lesquelles les glaces sont mastiquées.

a une petite bouteille à deux cols, l'un desquels communique au vide que les deux glaces laissent entre elles par un canal pratiqué entre les deux glaces, et qui est entaillé moitié dans l'une et moitié dans l'autre.

Figure 7, *BDC* la fourchette de fer qui porte le miroir.

DE tige de la fourchette qui entre dans un trou vertical pratiqué à l'axe ou arbre *KL* du pied, en sorte que l'on peut présenter successivement la face du miroir à tous les points de l'horizon.

C collet dans lequel passe le régulateur des inclinaisons que l'on y fixe par une vis.

Lentille à échelons.

Figure 8. *AB* bordure circulaire pour contenir ce miroir à échelons.

CC tourillons qui passent dans les trous percés horizontalement à la partie supérieure de la fourchette *DD*, à sa partie inférieure tient une tige aussi de fer, que l'on ne voit point ici, étant entrée perpendiculairement, mais un peu à l'aise, dans l'arbre *E*, afin de pouvoir tourner à droite et à gauche.

L'arbre *B* est attaché solidement à son pied, qui est fait en croix, dont on ne peut voir ici que trois de ses côtés.

GGG jambages de force ou étais de fer pour la solidité.

HHH roulettes dessous les pieds pour ranger facilement ce miroir à la direction que l'on juge à propos.

La figure 9 représente ce même miroir à échelons en perspective, tourné vers le soleil pour mettre le feu.

AB bordure circulaire qui contient la glace à échelons.

CC tourillons qui passent dans les trous percés à la partie supérieure de la fourchette *DD*.

A la partie inférieure de la fourchette, qui est de fer, tient une tige cylindrique de même métal qui entre juste dans l'arbre, mais non trop serrée, pour qu'elle puisse avoir un jeu doux, propre à pouvoir tourner à droite ou à gauche pour la diriger comme on le désire.

E l'arbre dans lequel entre cette tige.

FFFF les quatre pieds en croix sur laquelle est attaché solidement l'arbre.

GGGG les quatre jambes de force, aussi de fer.

H le feu actif tiré du soleil par la construction de ce miroir.

III roulettes de dessous les pieds du porte-miroir.

Les figures 10, 11, 12, représentent les coupes de trois miroirs à échelons, dont le plus facile à exécuter seroit celui de la figure 10. Leur échelle est de six pouces de pied-de-roi pour pied-de-roi.

SEPTIÈME MÉMOIRE.

Observations sur les couleurs accidentelles et sur les ombres colorées.

Quoiqu'on se soit beaucoup occupé, dans ces derniers temps, de la physique des couleurs, il ne paroît pas qu'on ait fait de grands progrès depuis Newton : ce n'est pas qu'il ait épuisé la matière; mais la plupart des physiciens ont plus travaillé à le combattre qu'à l'entendre; et, quoique ses principes soient clairs et ses expériences incontestables, il y a si peu de gens qui se soient donné la peine d'examiner à fond les rapports et l'ensemble de ses découvertes, que je ne crois pas devoir parler d'un nouveau genre de couleurs, sans avoir auparavant donné des idées nettes sur la production des couleurs en général.

Il y a plusieurs moyens de produire des couleurs; le premier est la réfraction. Un trait de lumière qui passe à travers un prisme se rompt et se divise de façon qu'il produit une image colorée, composée d'un nombre infini de couleurs; et les recherches qu'on a faites sur cette image colorée du soleil, ont appris que la lumière de cet astre est l'assemblage d'une infinité de rayons de lumière différemment colorés; que ces rayons ont autant de différens degrés de réfrangibilité que de couleurs différentes, et que la même couleur a constamment le même degré de réfrangibilité. Tous les corps diaphanes dont les surfaces ne sont pas paralleles produisent des couleurs par la réfraction; l'ordre de ces couleurs est invariable, et leur nombre, quoiqu'infini, a été réduit à sept dénominations principales, *violet*, *indigo*, *bleu*, *vert*, *jaune*, *orangé*, *rouge* : chacune de ces dénominations répond à un intervalle déterminé dans l'image colorée, qui contient toutes les nuances de la couleur dénommée; de sorte que, dans l'intervalle rouge, on trouve toutes les nuances de rouge, dans l'intervalle jaune toutes les nuances de jaune, etc., et dans les confins de ces intervalles les couleurs intermédiaires qui ne sont ni jaunes ni rouges, etc. C'est par de bonnes raisons que Newton a fixé à sept le nombre des dénominations des couleurs : l'image colorée du soleil, qu'il appelle le *spectre solaire*, n'offre à la première vue que cinq couleurs, violet, bleu, vert, jaune et rouge; ce n'est encore qu'une décomposition imparfaite de la lumière, et une représentation confuse des couleurs. Comme cette image est composée d'une infinité de cercles différemment colorés qui répondent à autant de disques du soleil, et que ces cercles anticipent beaucoup les uns sur les autres, le milieu de tous ces cercles est l'endroit où le mélange des couleurs est le plus grand, et il n'y a que les côtés rectilignes de l'image où les couleurs soient pures; mais, comme elles sont en même temps très-foibles, on a peine à les distinguer, et on se sert d'un autre moyen pour épurer les couleurs : c'est en rétrécissant l'image du disque du soleil; ce qui diminue l'anticipation des cercles colorés les uns sur les autres, et par conséquent le mélange des couleurs. Dans ce spectre de lumière épurée et homogène, on voit très-bien les sept couleurs : on en voit même beaucoup plus de sept avec un peu d'art; car en recevant successivement sur un fil blanc les différentes parties de ce spectre de lumière épurée, j'ai compté souvent jusqu'à dix-huit ou vingt couleurs dont la différence étoit sensible à mes yeux. Avec de meilleurs organes ou plus d'attention on pourroit encore en compter davantage : cela n'empêche pas qu'on ne doive fixer le nombre de leurs dénominations à sept, ni plus ni moins; et cela, par une raison bien fondée, c'est qu'en divisant le spectre de lumière épurée en sept intervalles, et suivant la proportion donnée par Newton, chacun de ces intervalles contient des couleurs qui, quoique prises toutes ensemble, sont indécomposables par le prisme et par quelque art que ce soit; ce qui leur a fait donner le nom de *couleurs primitives*. Si, au lieu de diviser le spectre en sept, on ne le divise qu'en six, ou cinq, ou quatre, ou trois intervalles, alors les couleurs contenues dans chacun de ces intervalles se décomposent par le prisme, et par conséquent ces couleurs ne sont pas

pures, et ne doivent pas être regardées comme couleurs primitives. On ne peut donc pas réduire les couleurs primitives à moins de sept dénominations, et on ne doit pas en admettre un plus grand nombre, parce qu'alors on diviseroit inutilement les intervalles en deux ou plusieurs parties, dont les couleurs seroient de la même nature, et ce seroit partager mal à propos une même espèce de couleur, et donner des noms différens à des choses semblables.

Il se trouve, par un hasard singulier, que l'étendue proportionnelle de ces sept intervalles de couleurs répond assez juste à l'étendue proportionnelle des sept tons de la musique : mais ce n'est qu'un hasard dont on ne doit tirer aucune conséquence : ces deux résultats sont indépendans l'un de l'autre; et il faut se livrer bien aveuglément à l'esprit de système pour prétendre, en vertu d'un rapport fortuit, soumettre l'œil et l'oreille à des lois communes, et traiter l'un de ces organes par les règles de l'autre, en imaginant qu'il est possible de faire un concert aux yeux ou un paysage aux oreilles.

Ces sept couleurs, produites par la réfraction, sont inaltérables, et contiennent toutes les couleurs et toutes les nuances de couleurs qui sont au monde : les couleurs du prisme, celles des diamans, celles de l'arc-en-ciel, des images des halos, dépendent toutes de la réfraction, et en suivent exactement les lois.

La réfraction n'est cependant pas le seul moyen pour produire des couleurs; la lumière a de plus que sa qualité réfrangible d'autres propriétés qui, quoique dépendantes de la même cause générale, produisent des effets différens ; de la même façon que la lumière se rompt et se divise en couleurs en passant d'un milieu dans un autre milieu transparent, elle se rompt aussi en passant auprès des surfaces d'un corps opaque ; cette espèce de réfraction qui se fait dans le même milieu s'appelle *inflexion*, et les couleurs qu'elle produit sont les mêmes que celles de la réfraction ordinaire : les rayons violets, qui sont les plus réfrangibles, sont aussi les plus flexibles; et la frange colorée par l'inflexion de la lumière ne diffère du spectre coloré produit par la réfraction que dans la forme ; et, si l'intensité des couleurs est différente, l'ordre en est le même, les propriétés toutes semblables, le nombre égal, la qualité primitive et inaltérable commune à toutes, soit dans la réfraction, soit dans l'inflexion, qui n'est en effet qu'une espèce de réfraction.

Mais le plus puissant moyen que la nature emploie pour produire des couleurs, c'est la réflexion [1] ; toutes les couleurs matérielles en dépendent : le vermillon n'est rouge que parce qu'il réfléchit abondam-

1. J'avoue que je ne pense pas comme Newton, au sujet de la réflexibilité des différens rayons de la lumière. Sa définition de la réflexibilité n'est pas assez générale pour être satisfaisante : il est sûr que la plus grande facilité à être réfléchi est la même chose que la plus grande réflexibilité ; il faut que cette plus grande facilité soit générale pour tous les cas : or qui sait si le rayon violet se réfléchit le plus aisément dans tous les cas, à cause que, dans un cas particulier, il rentre plus tôt dans le verre que les autres rayons ? La réflexion de la lumière suit les mêmes lois que le rebondissement de tous les corps à ressort : de là on doit conclure que les particules de lumière sont élastiques, et par conséquent la réflexibilité de la lumière sera toujours proportionnelle à son ressort, et dès lors les rayons les plus réflexibles seront ceux qui auront plus de ressort ; qualité difficile à mesurer dans la matière de la lumière, parce qu'on ne peut mesurer l'intensité d'un ressort que par la vitesse qu'il produit : il faudroit donc, pour qu'il fût possible de faire une expérience sur cela, que les satellites de Jupiter fussent illuminés successivement par toutes les couleurs du prisme, pour reconnoître par leurs éclipses s'il y auroit plus ou moins de vitesse dans le mouvement de la lumière violette que dans le mouvement de la lumière rouge; car ce n'est que par la comparaison de la vitesse de ces deux différens rayons qu'on peut savoir si l'un a plus de ressort que l'autre ou plus de réflexibilité. Mais on n'a jamais observé que les satellites, au moment de leur émersion, aient d'abord paru violets, et ensuite éclairés successivement de toutes les couleurs du prisme; donc il est à présumer que les rayons de lumière ont à peu près tous un ressort égal, et par conséquent autant de réflexibilité. D'ailleurs le cas particulier où le violet paroît être plus réflexible ne vient que de la réfraction, et ne paroît pas tenir à la réflexion : cela est aisé à démontrer. Newton a fait voir, à n'en pouvoir douter, que les rayons différens sont inégalement réfrangibles; que le rouge l'est le moins, et le violet le plus de tous : il n'est donc pas étonnant qu'à une certaine obliquité le rayon violet se trouvant, en sortant du prisme, plus oblique à la surface que tous les autres rayons, il soit le premier saisi par l'attraction du verre et contraint d'y rentrer, tandis que les autres rayons, dont l'obliquité est moindre, continuent leur route sans être assez attirés pour être obligés de rentrer dans le verre : ceci n'est donc pas, comme le prétend Newton, une vraie réflexion; c'est seulement une suite de la réfraction. Il me semble qu'il ne devoit donc pas assurer en général que les rayons les plus réfrangibles étoient les plus réflexibles. Cela ne me paroît vrai qu'en prenant cette suite de la réfraction pour une réflexion, ce qui n'en est pas une; car il est évident qu'une lumière qui tombe sur un miroir et qui en rejaillit en formant un angle de réflexion égal à celui d'incidence est dans un cas bien différent de celui où elle se trouve au sortir d'un verre si oblique à la surface qu'elle est contrainte d'y rentrer : ces deux phénomènes n'ont rien de commun, et ne peuvent, à mon avis, s'expliquer par la même cause.

ment les rayons rouges de la lumière, et qu'il absorbe les autres; l'outremer ne paroît bleu que parce qu'il réfléchit fortement les rayons bleus, et qu'il reçoit dans ses pores tous les autres rayons qui s'y perdent. Il en est de même des autres couleurs des corps opaques et transparens; la transparence dépend de l'uniformité de densité : lorsque les parties composantes d'un corps sont d'égale densité, de quelque figure que soient ces mêmes parties, le corps sera toujours transparent. Si l'on réduit un corps transparent à une fort petite épaisseur, cette plaque mince produira des couleurs dont l'ordre et les principales apparences sont fort différentes des phénomènes du spectre ou de la frange colorée : aussi ce n'est pas par la réfraction que ces couleurs sont produites, c'est par la réflexion. Les plaques minces des corps transparens, les bulles de savon, les plumes des oiseaux, etc., paroissent colorées parce qu'elles réfléchissent certains rayons, et laissent passer ou absorbent les autres; ces couleurs ont leurs lois et dépendent de l'épaisseur de la plaque mince; une certaine épaisseur produit constamment une certaine couleur, toute autre épaisseur ne peut la produire, mais en produit une autre : et lorsque cette épaisseur est diminuée à l'infini, en sorte qu'au lieu d'une plaque mince et transparente on n'a plus qu'une surface polie sur un corps opaque, ce poli, qu'on peut regarder comme le premier degré de la transparence, produit aussi des couleurs par la réflexion, qui ont encore d'autres lois; car lorsqu'on laisse tomber un trait de lumière sur un miroir de métal, ce trait de lumière ne se réfléchit pas tout entier sous le même angle, il s'en disperse une partie qui produit des couleurs dont les phénomènes, aussi bien que ceux des plaques minces, n'ont pas encore été assez observés.

Toutes les couleurs dont je viens de parler sont naturelles, et dépendent uniquement des propriétés de la lumière; mais il en est d'autres qui me paroissent accidentelles, et qui dépendent autant de notre organe que de l'action de la lumière. Lorsque l'œil est frappé ou pressé, on voit des couleurs dans l'obscurité; lorsque cet organe est mal disposé ou fatigué, on voit encore des couleurs: c'est ce genre de couleurs que j'ai cru devoir appeler *couleurs accidentelles*, pour les distinguer des couleurs naturelles, et parce qu'en effet elles ne paroissent jamais que lorsque l'organe est forcé ou qu'il a été trop fortement ébranlé.

Personne n'a fait, avant le docteur Jurin, la moindre observation sur ce genre de couleurs; cependant elles tiennent aux couleurs naturelles par plusieurs rapports, et j'ai découvert une suite de phénomènes singuliers sur cette matière, que je vais rapporter le plus succinctement qu'il me sera possible.

Lorsqu'on regarde fixement et long-temps une tache ou une figure rouge sur un fond blanc, comme un petit carré de papier rouge sur un papier blanc, on voit naître autour du petit carré rouge une espèce de couronne d'un vert foible : en cessant de regarder le carré rouge, si on porte l'œil sur le papier blanc, on voit très-distinctement un carré d'un vert tendre, tirant un peu sur le bleu; cette apparence subsiste plus ou moins long-temps, selon que l'impression de la couleur rouge a été plus ou moins forte. La grandeur du carré vert imaginaire est la même que celle du carré réel rouge, et ce vert ne s'évanouit qu'après que l'œil s'est rassuré et s'est porté successivement sur plusieurs autres objets dont les images détruisent l'impression trop forte causée par le rouge.

En regardant fixement et long-temps une tache jaune sur un fond blanc, on voit naître autour de la tache une couronne d'un bleu pâle; et en cessant de regarder la tache jaune et portant son œil sur un autre endroit du fond blanc, on voit distinctement une tache bleue de la même figure et de la même grandeur que la tache jaune, et cette apparence dure au moins aussi long-temps que l'apparence du vert produit par le rouge. Il m'a même paru, après avoir fait moi-même et après avoir fait répéter cette expérience à d'autres dont les yeux étoient meilleurs et plus forts que les miens, que cette impression du jaune étoit plus forte que celle du rouge, et que la couleur bleue qu'elle produit s'effaçoit plus difficilement et subsistoit plus long-temps que la couleur verte produite par le rouge; ce qui semble prouver ce qu'a soupçonné Newton, que le jaune est de toutes les couleurs celle qui fatigue le plus nos yeux.

Si l'on regarde fixement et long-temps une tache verte sur un fond blanc, on voit naître autour de la tache verte une couleur blanchâtre, qui est à peine colorée d'une petite teinte de pourpre : mais en cessant de regarder la tache verte et en portant l'œil sur un autre endroit du fond blanc, on voit distinctement une tache d'un pourpre pâle, semblable à la couleur d'une améthyste pâle; cette apparence est plus foible et ne

dure pas, à beaucoup près, aussi long-temps que les couleurs bleues et vertes produites par le jaune et par le rouge.

De même, en regardant fixement et long-temps une tache bleue sur un fond blanc, on voit naître autour de la tache bleue une couronne blanchâtre un peu teinte de rouge; et en cessant de regarder la tache bleue, et portant l'œil sur le fond blanc, on voit une tache d'un rouge pâle, toujours de la même figure et de la même grandeur que la tache bleue, et cette apparence ne dure pas plus long-temps que l'apparence pourpre produite par la tache verte.

En regardant de même avec attention une tache noire sur un fond blanc, on voit naître autour de la tache noire une couronne d'un blanc vif; et cessant de regarder la tache noire, et portant l'œil sur un autre endroit du fond blanc, on voit la figure de la tache exactement dessinée et d'un blanc beaucoup plus vif que celui du fond : ce blanc n'est pas mat ; c'est un blanc brillant, semblable au blanc du premier ordre des anneaux colorés décrits par Newton; et, au contraire, si on regarde long-temps une tache blanche sur un fond noir, on voit la tache blanche se décolorer; et en portant l'œil sur un autre endroit du fond noir, on y voit une tache d'un noir plus vif que celui du fond.

Voilà donc une suite de couleurs accidentelles, qui a des rapports avec la suite des couleurs naturelles: le rouge naturel produit le vert accidentel, le jaune produit le bleu, le vert produit le pourpre, le bleu produit le rouge, le noir produit le blanc, et le blanc produit le noir. Ces couleurs accidentelles n'existent que dans l'organe fatigué, puisqu'un autre œil ne les aperçoit pas : elles ont même une apparence qui les distingue des couleurs naturelles; c'est qu'elles sont tendres, brillantes, et qu'elles paroissent être à différentes distances, selon qu'on les rapporte à des objets voisins ou éloignés.

Toutes ces expériences ont été faites sur des couleurs mates avec des morceaux de papier ou d'étoffes colorées : mais elles réussissent encore mieux lorsqu'on les fait sur des couleurs brillantes, comme avec de l'or brillant et poli, au lieu de papier ou d'étoffe jaune; avec de l'argent brillant, au lieu de papier blanc; avec du lapis, au lieu de papier bleu, etc. : l'impression de ces couleurs brillantes est plus vive et dure beaucoup plus long-temps.

Tout le monde sait qu'après avoir regardé le soleil, on porte quelquefois pendant long-temps l'image colorée de cet astre sur tous les objets; la lumière trop vive du soleil produit en un instant ce que la lumière ordinaire des corps ne produit qu'au bout d'une minute ou deux d'application fixe de l'œil sur les couleurs. Ces images colorées du soleil, que l'œil ébloui et trop fortement ébranlé porte partout, sont des couleurs du même genre que celles que nous venons de décrire; et l'explication de leurs apparences dépend de la même théorie.

Je n'entreprendrai pas de donner ici les idées qui me sont venues sur ce sujet; quelque assuré que je sois de mes expériences, je ne suis pas assez certain des conséquences qu'on en doit tirer, pour oser rien hasarder encore sur la théorie de ces couleurs. Je me contenterai de rapporter d'autres observations qui confirment les expériences précédentes, et qui serviront sans doute à éclairer cette matière.

En regardant fixement et fort long-temps un carré d'un rouge vif sur un fond blanc, on voit d'abord naître la petite couronne de vert tendre dont j'ai parlé; ensuite, en continuant à regarder fixement le carré rouge, on voit le milieu du carré se décolorer, et les côtés se charger de couleur, et former comme un cadre d'un rouge plus fort et beaucoup plus foncé que le milieu; ensuite, en s'éloignant un peu et continuant à regarder toujours fixement, on voit le cadre de rouge foncé se partager en deux dans les quatre côtés, et former une croix d'un rouge aussi foncé : le carré rouge paroit alors comme une fenêtre traversée dans son milieu par une grosse croisée et quatre panneaux blancs; car le cadre de cette espèce de fenêtre est d'un rouge aussi fort que la croisée. Continuant toujours à regarder avec opiniâtreté, cette apparence change encore, et tout se réduit à un rectangle d'un rouge si foncé, si fort, et si vif, qu'il offusque entièrement les yeux. Ce rectangle est de la même hauteur que le carré; mais il n'a pas la sixième partie de sa largeur : ce point est le dernier degré de fatigue que l'œil peut supporter; et lorsqu'enfin on détourne l'œil de cet objet, et qu'on le porte sur un autre endroit du fond blanc, on voit, au lieu du carré rouge réel, l'image du rectangle rouge imaginaire, exactement dessinée et d'une couleur verte brillante. Cette impression subsiste fort long-temps, ne se décolore que peu à peu; elle reste dans l'œil, même après l'avoir fermé. Ce que je viens de dire du carré rouge arrive aussi lorsqu'on regarde très-long-temps un carré jaune ou noir, ou

de toute autre couleur ; on voit de même le cadre jaune ou noir, la croix et le rectangle; et l'impression qui reste est un rectangle bleu, si on a regardé le jaune: un rectangle blanc brillant, si on a regardé un carré noir, etc.

J'ai fait faire les expériences que je viens de rapporter, à plusieurs personnes ; elles ont vu, comme moi, les mêmes couleurs et les mêmes apparences. Un de mes amis m'a assuré, à cette occasion, qu'ayant regardé un jour une éclipse de soleil par un petit trou, il avoit porté, pendant plus de trois semaines, l'image colorée de cet astre sur tous les objets; que quand il fixoit ses yeux sur du jaune brillant, comme sur une bordure dorée, il voyoit une tache pourpre; et sur du bleu, comme sur un toit d'ardoises, une tache verte. J'ai moi-même souvent regardé le soleil, et j'ai vu les mêmes couleurs : mais je craignois de me faire mal aux yeux en regardant cet astre, j'ai mieux aimé continuer mes expériences sur des étoffes colorées ; et j'ai trouvé qu'en effet ces couleurs accidentelles changent en se mêlant avec les couleurs naturelles, et qu'elles suivent les mêmes règles pour les apparences : car lorsque la couleur verte accidentelle, produite par le rouge naturel, tombe sur un fond rouge brillant, cette couleur verte devient jaune; si la couleur accidentelle bleue, produite par le jaune vif, tombe sur un fond jaune, elle devient verte : en sorte que les couleurs qui résultent du mélange de ces couleurs accidentelles avec les couleurs naturelles suivent les mêmes règles et ont les mêmes apparences que les couleurs naturelles dans leur composition et dans leur mélange avec d'autres couleurs naturelles.

Ces observations pourront être de quelque utilité pour la connoissance des incommodités des yeux, qui viennent probablement d'un grand ébranlement causé par l'impression trop vive de la lumière. Une de ces incommodités est de voir toujours devant ses yeux des taches colorées, des cercles blancs, ou des points noirs comme des mouches qui voltigent. J'ai ouï bien des personnes se plaindre de cette espèce d'incommodité; et j'ai lu dans quelques auteurs de médecine que la goutte sereine est toujours précédée de ces points noirs. Je ne sais pas si leur sentiment est fondé sur l'expérience, car j'ai éprouvé moi-même cette incommodité: j'ai vu des points noirs pendant plus de trois mois en si grande quantité, que j'en étois fort inquiet; j'avois apparemment fatigué mes yeux en faisant et en répétant trop souvent les expériences précédentes, et en regardant quelquefois le soleil: car les points noirs ont paru dans ce même temps, et je n'en avois jamais vu de ma vie : mais enfin ils m'incommodoient tellement, surtout lorsque je regardois au grand jour des objets fortement éclairés, que j'étois contraint de détourner les yeux; le jaune surtout m'étoit insupportable, et j'ai été obligé de changer des rideaux jaunes dans la chambre que j'habitois, et d'en mettre de verts; j'ai évité de regarder toutes les couleurs trop fortes et tous les objets brillans. Peu à peu le nombre des points noirs a diminué, et actuellement je n'en suis plus incommodé. Ce qui m'a convaincu que ces points noirs viennent de la trop forte impression de la lumière, c'est qu'après avoir regardé le soleil j'ai toujours vu une image colorée que je portois plus ou moins long-temps sur tous les objets; et, suivant avec attention les différentes nuances de cette image colorée, j'ai reconnu qu'elle se décoloroit peu à peu, et qu'à la fin je ne portois plus sur les objets qu'une tache noire, d'abord assez grande, qui diminuoit ensuite peu à peu, et se réduisoit enfin à un point noir.

Je vais rapporter à cette occasion un fait qui est assez remarquable; c'est que je n'étois jamais plus incommodé de ces points noirs que quand le ciel étoit couvert de nuées blanches : ce jour me fatiguoit beaucoup plus que la lumière d'un ciel serein, et cela parce qu'en effet la quantité de lumière réfléchie par un ciel couvert de nuées blanches est beaucoup plus grande que la quantité de lumière réfléchie par l'air pur, et qu'à l'exception des objets éclairés immédiatement par les rayons du soleil, tous les autres objets qui sont dans l'ombre sont beaucoup moins éclairés que ceux qui le sont par la lumière réfléchie d'un ciel couvert de nuées blanches.

Avant que de terminer ce mémoire, je crois devoir encore annoncer un fait qui paroîtra peut-être extraordinaire, mais qui n'en est pas moins certain, et que je suis fort étonné qu'on n'ait pas observé; c'est que les ombres des corps, qui, par leur essence, doivent êtres noires, puisqu'elles ne sont que la privation de la lumière : que les ombres, dis-je, sont toujours colorées au lever et au coucher du soleil. J'ai observé, pendant l'été de l'année 1743, plus de trente aurores et autant de soleils couchans; toutes les ombres qui tomboient sur du blanc, comme sur une muraille blanche, étoient quelquefois vertes, mais le plus sou-

vent bleues, et d'un bleu aussi vif que le plus bel azur. J'ai fait voir ce phénomène à plusieurs personnes qui ont été aussi surprises que moi. La saison n'y fait rien; car il n'y a pas huit jours (15 novembre 1743) que j'ai vu des ombres bleues : et quiconque voudra se donner la peine de regarder l'ombre de l'un de ses doigts, au lever ou au coucher du soleil, sur un morceau de papier blanc, verra comme moi cette ombre bleue. Je ne sache pas qu'aucun astronome, qu'aucun physicien, que personne, en un mot, ait parlé de ce phénomène, et j'ai cru qu'en faveur de la nouveauté on me permettroit de donner le précis de cette observation.

Au mois de juillet 1743, comme j'étois occupé de mes couleurs accidentelles, et que je cherchois à voir le soleil, dont l'œil soutient mieux la lumière à son coucher qu'à toute autre heure du jour, pour reconnoître ensuite les couleurs, et les changemens de couleurs causés par cette impression, je remarquai que les ombres des arbres qui tomboient sur une muraille blanche étoient vertes. J'étois dans un lieu élevé, et le soleil se couchoit dans une gorge de montagne, en sorte qu'il me paroissoit fort abaissé au dessous de mon horizon : le ciel étoit serein, à l'exception du couchant, qui, quoiqu'exempt de nuages, étoit chargé d'un rideau transparent de vapeurs d'un jaune rougeâtre, le soleil lui-même fort rouge, et sa grandeur apparente au moins quadruple de ce qu'elle est à midi. Je vis donc très-distinctement les ombres des arbres qui étoient à vingt et trente pieds de la muraille blanche colorées d'un vert tendre tirant un peu sur le bleu; l'ombre d'un treillage qui étoit à trois pieds de la muraille étoit parfaitement dessinée sur cette muraille, comme si on l'avoit nouvellement peinte de vert-de-gris. Cette apparence dura près de cinq minutes, après quoi la couleur s'affoiblit avec la lumière du soleil, et ne disparut entièrement qu'avec les ombres. Le lendemain, au lever du soleil, j'allai regarder d'autres ombres sur une muraille blanche; mais au lieu de les trouver vertes, comme je m'y attendois, je les trouvai bleues, ou plutôt de la couleur de l'indigo le plus vif. Le ciel étoit serein, et il n'y avoit qu'un petit rideau de vapeurs jaunâtres au levant : le soleil se levoit sur une colline, en sorte qu'il me paroissoit élevé au dessus de mon horizon. Les ombres bleues ne durèrent que trois minutes, après quoi elles me parurent noires. Le même jour, je revis, au coucher du soleil, les ombres vertes, comme je les avois vues la veille. Six jours se passèrent ensuite sans pouvoir observer les ombres au coucher du soleil, parce qu'il étoit toujours couvert de nuages. Le septième jour, je vis le soleil à son coucher; les ombres n'étoient plus vertes, mais d'un beau bleu d'azur : je remarquai que les vapeurs n'étoient pas fort abondantes, et que le soleil, ayant avancé pendant sept jours, se couchoit derrière un rocher qui le faisoit disparoître avant qu'il pût s'abaisser au dessous de mon horizon. Depuis ce temps, j'ai très-souvent observé les ombres, soit au lever, soit au coucher du soleil, et je ne les ai vues que bleues, quelquefois d'un bleu fort vif, d'autres fois d'un bleu pâle, d'un bleu foncé, mais constamment bleues.

Ce mémoire a été imprimé dans ceux de l'Académie royale des Sciences, année 1743. Voici ce que je crois devoir y ajouter aujourd'hui (année 1773) :

Des observations plus fréquentes m'ont fait reconnoître que les ombres ne paroissent jamais vertes au lever ou au coucher du soleil que quand l'horizon est chargé de beaucoup de vapeurs rouges; dans tout autre cas, les ombres sont toujours bleues, et d'autant plus bleues que le ciel est plus serein. Cette couleur bleue des ombres n'est autre chose que la couleur même de l'air; et je ne sais pourquoi quelques physiciens ont défini l'air *un fluide invisible, inodore, insipide*, puisqu'il est certain que l'azur céleste n'est autre chose que la couleur de l'air; qu'à la vérité il faut une grande épaisseur d'air pour que notre œil s'aperçoive de la couleur de cet élément; mais que néanmoins lorsqu'on regarde de loin des objets sombres, on les voit toujours plus ou moins bleus. Cette observation, que les physiciens n'avoient pas faite sur les ombres et sur les objets sombres vus de loin, n'avoit pas échappé aux habiles peintres, et elle doit en effet servir de base à la couleur des objets lointains, qui tous auront une nuance bleuâtre d'autant plus sensible qu'ils seront supposés plus éloignés du point de vue.

On pourra me demander comment cette couleur bleue, qui n'est sensible à notre œil que quand il y a une très-grande épaisseur d'air, se marque néanmoins si fortement à quelques pieds de distance au lever et au coucher du soleil; comment il est possible que cette couleur de l'air, qui est à peine sensible à dix mille toises de distance, puisse donner à l'ombre noire d'un treillage

qui n'est éloigné de la muraille blanche que de trois pieds une couleur du plus beau bleu : c'est en effet de la solution de cette question que dépend l'explication du phénomène. Il est certain que la petite épaisseur d'air qui n'est que de trois pieds entre le treillage et la muraille ne peut pas donner à la couleur noire de l'ombre une nuance aussi forte de bleu : si cela étoit, on verroit à midi et dans tous les autres temps du jour les ombres bleues comme on les voit au lever et au coucher du soleil. Ainsi cette apparence ne dépend pas uniquement, ni même presque point du tout, de l'épaisseur de l'air entre l'objet et l'ombre. Mais il faut considérer qu'au lever et au coucher du soleil, la lumiere de cet astre étant affoiblie à la surface de la terre, autant qu'elle peut l'être par la plus grande obliquité de cet astre, les ombres sont moins denses, c'est-à-dire moins noires dans la même proportion, et qu'en même temps la terre n'étant plus éclairée que par cette foible lumiere du soleil, qui ne fait qu'en raser la superficie, la masse de l'air, qui est plus élevée, et qui par conséquent reçoit encore la lumière du soleil bien moins obliquement, nous renvoie cette lumière, et nous éclaire alors autant et peut-être plus que le soleil. Or cet air pur et bleu ne peut nous éclairer qu'en nous renvoyant une grande quantité de rayons de sa même couleur bleue; et lorsque ces rayons bleus, que l'air réfléchit, tomberont sur des objets privés de toute autre couleur comme les ombres, ils les teindront d'une plus ou moins forte nuance de bleu, selon qu'il y aura moins de lumière directe du soleil, et plus de lumière réfléchie de l'atmosphère. Je pourrois ajouter plusieurs autres choses qui viendroient à l'appui de cette explication; mais je pense que ce que je viens de dire est suffisant pour que les bons esprits l'entendent et en soient satisfaits.

Je crois devoir citer ici quelques faits observés par M. l'abbé Millot, ancien grand-vicaire de Lyon, qui a eu la bonté de me les communiquer par ses lettres des 18 août 1754 et 10 février 1755, dont voici l'extrait: « Ce n'est pas seulement au lever et au coucher du soleil que les ombres se colorent. A midi, le ciel étant couvert de nuages, excepté en quelques endroits, vis-à-vis d'une de ces ouvertures que laissoient entre eux les nuages, j'ai fait tomber des ombres d'un fort beau bleu sur du papier blanc, à quelques pas d'une fenêtre. Les nuages s'étant joints, le bleu disparut. J'ajouterai, en passant, que plus d'une fois j'ai vu l'azur du ciel se peindre comme dans un miroir, sur une muraille où la lumière tomboit obliquement. Mais voici d'autres observations plus importantes, à mon avis; avant que d'en faire le détail, je suis obligé de tracer la topographie de ma chambre. Elle est à un troisième étage; la fenêtre près d'un angle au couchant, la porte presque vis-à-vis. Cette porte donne dans une galerie au bout de laquelle, à deux pas de distance, est une fenêtre située au midi. Les jours des deux fenêtres se réunissent, la porte étant ouverte, contre une des murailles; et c'est là que j'ai vu des ombres colorées presque à toute heure, mais principalement sur les dix heures du matin. Les rayons du soleil, que la fenêtre de la galerie reçoit encore obliquement, ne tombent point, par celle de la chambre, sur la muraille dont je viens de parler. Je place à quelques pouces de cette muraille des chaises de bois à dossier percé. Les ombres en sont alors de couleurs quelquefois très-vives. J'en ai vu qui, quoique projetées du même côté, étoient l'une d'un vert foncé, l'autre d'un bel azur. Quand la lumière est tellement ménagée, que les ombres soient également sensibles de part et d'autre, celle qui est opposée à la fenêtre de la chambre est ou bleue ou violette; l'autre tantôt verte, tantôt jaunâtre. Celle-ci est accompagnée d'une espece de pénombre bien colorée, qui forme comme une double bordure bleue d'un côté, et, de l'autre, verte ou rouge, ou jaune, selon l'intensité de la lumière. Que je ferme les volets de ma fenêtre, les couleurs de cette pénombre n'en ont souvent que plus d'éclat; elles disparoissent si je ferme la porte à moitié. Je dois ajouter que le phénomène n'est pas à beaucoup près si sensible en hiver. Ma fenêtre est au couchant d'été : je fis mes premières expériences dans cette saison, dans un temps où les rayons du soleil tomboient obliquement sur la muraille qui fait angle avec celle où les ombres se coloroient. »

On voit par ces observations de M. l'abbé Millot qu'il suffit que la lumiere du soleil tombe très-obliquement sur une surface pour que l'azur du ciel, dont la lumière tombe toujours directement, s'y peigne et colore les ombres : mais les autres apparences dont il fait mention ne dépendent que de la position des lieux et d'autres circonstances accessoires.

HUITIÈME MÉMOIRE.

Expériences sur la pesanteur du feu et sur la durée de l'incandescence.

Je crois devoir rappeler ici quelques-unes des choses que j'ai dites dans l'introduction qui précède ces mémoires, afin que ceux qui ne les auroient pas bien présentes puissent néanmoins entendre ce qui fait l'objet de celui-ci. Le feu ne peut guère exister sans lumière et jamais sans chaleur, tandis que la lumière existe souvent sans chaleur sensible, comme la chaleur existe encore plus souvent sans lumière; l'on peut donc considérer la lumière et la chaleur comme deux propriétés du feu, ou plutôt comme les deux seuls effets par lesquels nous le reconnoissons : mais nous avons montré que ces deux effets ou ces deux propriétés ne sont pas toujours essentiellement liés ensemble, que souvent ils ne sont ni simultanés ni contemporains, puisque, dans de certaines circonstances, on sent de la chaleur long-temps avant que la lumière paroisse, et que, dans d'autres circonstances, on voit de la lumière long-temps avant de sentir de la chaleur, et même souvent sans en sentir aucune, et nous avons dit que, pour raisonner juste sur la nature du feu, il falloit auparavant tâcher de reconnoître celle de la lumière et celle de la chaleur, qui sont les principes réels dont l'élément du feu nous paroît être composé.

Nous avons vu que la lumière est une matière mobile, élastique et pesante, c'est-à-dire susceptible d'attraction, comme toutes les autres matières : on a démontré qu'elle est mobile, et même on a déterminé le degré de sa vitesse immense par le très-petit temps qu'elle emploie à venir des satellites de Jupiter jusqu'à nous; on a reconnu son élasticité, qui est presque infinie, par l'égalité de l'angle de son incidence et de celui de sa réflexion; enfin sa pesanteur, ou, ce qui revient au même, son attraction vers les autres matières, est aussi démontrée par l'inflexion qu'elle souffre toutes les fois qu'elle passe auprès des autres corps. On ne peut donc pas douter que la substance de la lumière ne soit une vraie matière, laquelle, indépendamment de ses qualités propres et particulières, a aussi les propriétés générales et communes à toute autre matière. Il en est de même de la chaleur : c'est une matière qui ne diffère pas beaucoup de celle de la lumière; et ce n'est peut-être que la lumière elle-même qui, quand elle est très-forte ou réunie en grande quantité, change de forme, diminue de vitesse, et, au lieu d'agir sur le sens de la vue, affecte les organes du toucher. On peut donc dire que, relativement à nous, la chaleur n'est que le toucher de la lumière, et qu'en elle-même la chaleur n'est qu'un des effets du feu sur les corps; effet qui se modifie suivant les différentes substances, et produit dans toutes une dilatation, c'est-à-dire une séparation de leurs parties constituantes : et lorsque, par cette dilatation ou séparation, chaque partie se trouve assez éloignée de ses voisines pour être hors de leur sphère d'attraction, les matières solides, qui n'étoient d'abord que dilatées par la chaleur, deviennent fluides, et ne peuvent reprendre leur solidité qu'autant que la chaleur se dissipe, et permet aux parties désunies de se rapprocher et se joindre d'aussi près qu'auparavant [1].

Ainsi toute fluidité a la chaleur pour cause, et toute dilatation dans les corps doit être regardée comme une fluidité commençante; or nous avons trouvé, par l'expérience, que les temps du progrès de la chaleur dans les corps, soit pour l'entrée, soit pour la sortie, sont toujours en raison de leur fluidité ou de leur fusibilité, et il doit s'ensuivre que leurs dilatations respectives

1. Je sais que quelques chimistes prétendent que les métaux rendus fluides par le feu ont plus de pesanteur spécifique que quand ils sont solides : mais j'ai de la peine à le croire; car il s'ensuivroit que leur état de dilatation, où cette pesanteur spécifique est moindre, ne seroit pas le premier degré de leur état de fusion, ce qui néanmoins paroît indubitable. L'expérience sur laquelle ils fondent leur opinion c'est que le métal en fusion supporte le même métal solide, et qu'on le voit nager à la surface du métal fondu; mais je pense que cet effet ne vient que de la répulsion causée par la chaleur, et ne doit point être attribué à la pesanteur spécifique plus grande du métal en fusion; je suis au contraire très-persuadé qu'elle est moindre que celle du métal solide.

doivent être en même raison. Je n'ai pas eu besoin de tenter de nouvelles expériences pour m'assurer de la vérité de cette conséquence générale; M. Musschenbroëck en ayant fait de tres-exactes sur la dilatation de différens métaux, j'ai comparé ses expériences avec les miennes, et j'ai vu, comme je m'y attendois, que les corps les plus lents à recevoir et perdre la chaleur sont aussi ceux qui se dilatent le moins promptement, et que ceux qui sont les plus prompts à s'échauffer et à se refroidir sont ceux qui se dilatent le plus vite; en sorte qu'à commencer par le fer, qui est le moins fluide de tous les corps, et finir par le mercure, qui est le plus fluide, la dilatation dans toutes les différentes matières se fait en même raison que le progrès de la chaleur dans ces mêmes matières.

Lorsque je dis que le fer est le plus solide, c'est-à-dire le moins fluide de tous les corps, je n'avance rien que l'expérience ne m'ait jusqu'à présent démontré; cependant il pourroit se faire que la platine, comme je l'ai remarqué ci-devant, étant encore moins fusible que le fer, la dilatation y seroit moindre, et le progrès de la chaleur plus lent que dans le fer : mais je n'ai pu avoir de ce minéral qu'en grenaille; et pour faire l'expérience de la fusibilité et la comparer à celle des autres métaux, il faudroit en avoir une masse d'un pouce de diamètre, trouvée dans la mine même : toute la platine que j'ai pu trouver en masse a été fondue par l'addition d'autres matières, et n'est pas assez pure pour qu'on puisse s'en servir à des expériences qu'on ne doit faire que sur des matières pures et simples; et celle que j'ai fait fondre moi-même sans addition étoit encore en trop petit volume pour pouvoir la comparer exactement.

Ce qui me confirme dans cette idée, que la platine pourroit être l'extrême en *non-fluidité* de toutes les matières connues, c'est la quantité de fer pur qu'elle contient, puisqu'elle est presque toute attirable par l'aimant : ce minéral, comme je l'ai dit, pourroit donc bien n'être qu'une matière ferrugineuse plus condensée et spécifiquement plus pesante que le fer ordinaire, intimement unie avec une grande quantité d'or, et par conséquent, étant moins fusible que le fer, recevroit encore plus difficilement la chaleur.

De même, lorsque je dis que le mercure est le plus fluide de tous les corps, je n'entends que les corps sur lesquels on peut faire des expériences exactes; car je n'ignore pas, puisque tout le monde le sait, que l'air ne soit encore beaucoup plus fluide que le mercure : et en cela même la loi que j'ai donnée sur le progrès de la chaleur est encore confirmée; car l'air s'échauffe et se refroidit, pour ainsi dire, en un instant; il se condense par le froid, et se dilate par la chaleur plus qu'aucun autre corps, et néanmoins le froid le plus excessif ne le condense pas assez pour lui faire perdre sa fluidité, tandis que le mercure perd la sienne à 187 degrés de froid au dessous de la congélation de l'eau, et pourroit la perdre à un degré de froid beaucoup moindre, si on le réduisoit en vapeur. Il subsiste donc encore un peu de chaleur au dessous de ce froid excessif de 187 degrés, et par conséquent le degré de la congélation de l'eau, que tous les constructeurs de thermomètres ont regardé comme la limite de la chaleur, et comme un terme où l'on doit la supposer égale à zéro, est, au contraire, un degré réel de l'échelle de la chaleur; degré où non seulement la quantité de chaleur subsistante n'est pas nulle, mais où cette quantité de chaleur est très-considérable, puisque c'est à peu près le point milieu entre le degré de la congélation du mercure et celui de la chaleur nécessaire pour fondre le bismuth, qui est de 190 degrés, lequel ne diffère guère de 187 au dessus du terme de la glace que comme l'autre en diffère au dessous.

Je regarde donc la chaleur comme une matière réelle qui doit avoir son poids, comme toute autre matière, et j'ai dit en conséquence que, pour reconnoître si le feu a une pesanteur sensible, il faudroit faire l'expérience sur de grandes masses pénétrées de feu, et les peser dans cet état, et qu'on trouveroit peut-être une différence assez sensible pour qu'on en pût conclure la pesanteur du feu ou de la chaleur qui m'en paroît être la substance la plus matérielle : la lumière et la chaleur sont les deux élémens matériels du feu, ces deux élémens réunis ne sont que le feu même, et ces deux matières nous affectent chacune sous leur forme propre, c'est-à-dire d'une manière différente. Or, comme il n'existe aucune forme sans matière, il est clair que, quelque subtile qu'on suppose la substance de la lumière, de la chaleur ou du feu, elle est sujette, comme toute autre matière, à la loi générale de l'attraction universelle : car, comme nous l'avons dit, quoique la lumière soit douée d'un ressort presque parfait, et que par conséquent ses parties tendent avec une force presque infinie à s'éloigner des

corps qui la produisent, nous avons démontré que cette force expansive ne détruit pas celle de la pesanteur; on le voit par l'exemple de l'air, qui est très-élastique, et dont les parties tendent avec force à s'éloigner les unes des autres, qui ne laisse pas d'être pesant. Ainsi la force par laquelle les parties de l'air ou du feu tendent à s'éloigner et s'éloignent en effet les unes des autres ne fait que diminuer la masse, c'est-à-dire la densité de ces matières, et leur pesanteur sera toujours proportionnelle à cette densité : si donc l'on vient à bout de reconnoître la pesanteur du feu par l'expérience de la balance, on pourra peut-être quelque jour en déduire la densité de cet élément, et raisonner ensuite sur la pesanteur et l'élasticité du feu avec autant de fondement que sur la pesanteur et l'élasticité de l'air.

J'avoue que cette expérience, qui ne peut être faite qu'en grand, paroît d'abord assez difficile, parce qu'une forte balance, et telle qu'il la faudroit pour supporter plusieurs milliers, ne pourroit être assez sensible pour indiquer une petite différence qui ne seroit que de quelques gros. Il y a ici, comme en tout, un *maximum* de précision qui, probablement, ne se trouve ni dans la plus petite ni dans la plus grande balance possible. Par exemple, je crois que, si dans une balance avec laquelle on peut peser une livre l'on arrive à un point de précision d'un douzième de grain, il n'est pas sûr qu'on pût faire une balance pour peser dix milliers, qui pencheroit aussi sensiblement pour une once trois gros quarante un grains, ce qui est la différence proportionnelle de 1 à 10,000, ou qu'au contraire, si cette grosse balance indiquoit clairement cette différence, la petite balance n'indiqueroit pas également bien celle d'un douzième de grain; et que par conséquent nous ignorons quelle doit être pour un poids donné la balance la plus exacte.

Les personnes qui s'occupent de physique expérimentale devroient faire la recherche de ce problème, dont la solution, qu'on ne peut obtenir que par l'expérience, donneroit le *maximum* de précision de toutes les balances. L'un des plus grands moyens d'avancer les sciences, c'est d'en perfectionner les instrumens. Nos balances le sont assez pour peser l'air : avec un degré de perfection de plus, on viendroit à bout de peser le feu, et même la chaleur.

Les boulets rouges de quatre pouces et demi et de cinq pouces de diamètre [1], que j'avois laissés refroidir dans ma balance, avoient perdu sept, huit et dix grains chacun en se refroidissant; mais plusieurs raisons m'ont empêché de regarder cette petite diminution comme la quantité réelle du poids de la chaleur. Car, 1° le fer, comme on l'a vu par le résultat de mes expériences, est une matière que le feu dévore, puisqu'il la rend spécifiquement plus légere : ainsi l'on peut attribuer cette diminution de poids à l'évaporation des parties du fer enlevées par le feu. 2° Le fer jette des étincelles en grande quantité lorsqu'il est rougi à blanc, il en jette encore quelques-unes lorsqu'il n'est que rouge, et ces étincelles sont des parties de matière dont il faut défalquer le poids de celui de la diminution totale; et, comme il n'est pas possible de recueillir toutes ces étincelles, ni d'en connoître le poids, il n'est pas possible non plus de savoir combien cette perte diminue la pesanteur des boulets. 3° Je me suis aperçu que le fer demeure rouge et jette de petites étincelles bien plus long-temps qu'on ne l'imagine; car quoiqu'au grand jour il perde sa lumière et paroisse noir au bout de quelques minutes, si on le transporte dans un lieu obscur, on le voit lumineux, et on aperçoit les petites étincelles qu'il continue de lancer pendant quelques autres minutes. 4° Enfin les expériences sur les boulets me laissoient quelque scrupule, parce que la balance dont je me servois alors, quoique bonne, ne me paroissoit pas assez précise pour saisir au juste le poids réel d'une matière aussi légère que le feu. Ayant donc fait construire une balance capable de porter aisément cinquante livres de chaque côté, à l'exécution de laquelle M. Le Roy, de l'Académie des Sciences, a bien voulu, à ma prière, donner toute l'attention nécessaire, j'ai eu la satisfaction de reconnoître à peu près la pesanteur relative du feu. Cette balance, chargée de cinquante livres de chaque côté, penchoit assez sensiblement par l'addition de vingt-quatre grains; et chargée de vingt-cinq livres, elle penchoit par l'addition de huit grains seulement.

Pour rendre cette balance plus ou moins sensible, M. Le Roy a fait visser sur l'aiguille une masse de plomb, qui s'élevant et s'abaissant, change le centre de gravité; de sorte qu'on peut augmenter de près de moitié la sensibilité de la balance. Mais par le grand nombre d'expériences que j'ai faites de cette balance et de quelques autres, j'ai reconnu qu'en général plus une balance est sensible, et moins elle est *sage :* les caprices, tant au

1. Voyez les expériences du premier Mémoire.

physique qu'au moral, semblent être des attributs inséparables de la grande sensibilité. Les balances tres sensibles sont si capricieuses, qu'elles ne parlent jamais de la même façon : aujourd'hui elles vous indiquent le poids à un millième près, et demain elles ne le donnent qu'à une moitié, c'est-à-dire à un cinq-centième près, au lieu d'un millième. Une balance moins sensible est plus constante, plus fidèle ; et, tout considéré, il vaut mieux, pour l'usage froid qu'on fait d'une balance, la choisir sage que de la prendre ou la rendre trop sensible.

Pour peser exactement des masses pénétrées de feu, j'ai commencé par faire garnir de tôle les bassins de cuivre et les chaines de la balance, afin de ne les pas endommager ; et apres en avoir bien établi l'équilibre à son moindre degré de sensibilité, j'ai fait porter sur l'un des bassins une masse de fer rougi à blanc, qui provenoit de la seconde chaude qu'on donne à l'affinerie après avoir battu au marteau la loupe qu'on appelle *renard :* je fais cette remarque, parce que mon fer, dès cette seconde chaude, ne donne presque plus de flamme, et ne paroît pas se consumer comme il se consume et brûle à la premiere chaude, et que, quoiqu'il soit blanc de feu, il ne jette qu'un petit nombre d'étincelles avant d'être mis sous le marteau.

I. Une masse de fer rougi à blanc s'est trouvée peser précisément 49 livres 9 onces ; l'ayant enlevée doucement du bassin de la balance, et posée sur une pièce d'autre fer où on la laissoit refroidir sans la toucher, elle s'est trouvée, après son refroidissement, au degré de la température de l'air, qui étoit alors celui de la congélation, ne peser que 49 livres 7 onces juste : ainsi elle a perdu 2 onces pendant son refroidissement. On observera qu'elle ne jetoit aucune étincelle, aucune vapeur assez sensible pour ne devoir pas être regardée comme la pure émanation du feu. Ainsi l'on pourroit croire que la quantité de feu contenue dans cette masse de 49 livres 9 onces, étant de 2 onces, elle formoit environ $\frac{1}{396}$ ou $\frac{1}{397}$ du poids de la masse totale. On a remis ensuite cette masse refroidie au feu de l'affinerie ; et l'ayant fait chauffer à blanc comme la premiere fois, et porter au marteau, elle s'est trouvée, après avoir été malléée et refroidie, ne peser que 47 livres 12 onces 3 gros ; ainsi le déchet de cette chaude, tant au feu qu'au marteau, étoit de 1 livre 10 onces 5 gros ; et ayant fait donner une seconde et une troisième chaude à cette pièce pour achever la barre, elle ne pesoit plus que 43 livres 7 onces 7 gros ; ainsi son déchet total, tant par l'évaporation du feu que par la purification du fer à l'affinerie et sous le marteau, s'est trouvé de 6 livres 1 once 1 gros sur 49 livres 9 onces ; ce qui ne va pas tout-à-fait au huitième.

Une seconde pièce de fer, prise de même au sortir de l'affinerie à la premiere chaude, et pesée rouge-blanc, s'est trouvée du poids de 38 livres 15 onces 5 gros 36 grains ; et ensuite, pesée froide, de 38 livres 14 onces 36 grains : ainsi elle a perdu 1 once 5 gros en se refroidissant ; ce qui fait environ $\frac{1}{384}$ du poids total de sa masse.

Une troisième pièce de fer, prise de même au sortir du feu de l'affinerie, après la première chaude, et pesée rouge-blanc, s'est trouvée du poids de 45 livres 12 onces 6 gros, et, pesée froide, de 45 livres 11 onces 2 gros : ainsi elle a perdu 1 once 4 gros en se refroidissant ; ce qui fait environ $\frac{1}{489}$ de son poids total.

Une quatrième pièce de fer, prise de même après la première chaude, et pesée rouge-blanc, s'est trouvée du poids de 48 livres 11 onces 6 gros, et, pesée après son refroidissement, de 48 livres 10 onces juste : ainsi elle a perdu, en se refroidissant, 14 gros ; ce qui fait environ $\frac{1}{447}$ du poids de la masse totale.

Enfin une cinquième pièce de fer, prise de même après la première chaude, et pesée rouge-blanc, s'est trouvée du poids de 49 livres 11 onces, et, pesée après son refroidissement, de 49 livres 9 onces 1 gros : ainsi elle a perdu, en se refroidissant, 15 gros ; ce qui fait $\frac{1}{424}$ du poids total de sa masse.

En réunissant les résultats des cinq expériences pour en prendre la mesure commune, on peut assurer que le fer chauffé à blanc, et qui n'a reçu que deux volées de coups de marteau, perd, en se refroidissant, $\frac{1}{428}$ de sa masse.

II. Une pièce de fer qui avoit reçu quatre volées de coups de marteau, et par conséquent toutes les chaudes nécessaires pour être entièrement et parfaitement forgée, et qui pesoit 14 livres 4 gros, ayant été chauffée à blanc, ne pesoit plus que 13 livres 12 onces dans cet état d'incandescence, et 13 livres 11 onces 4 gros après son entier refroidissement ; d'où l'on peut conclure que la quantité de feu dont cette pièce de fer étoit pénétrée, faisoit $\frac{1}{440}$ de son poids total.

Une seconde pièce de fer entièrement forgée, et de même qualité que la précédente, pesoit, froide, 13 livres 7 onces 6 gros; chauffée à blanc, 13 livres 6 onces 7 gros; et refroidie, 13 livres 6 onces 3 gros; ce qui donne $\frac{1}{430}$ à très-peu près dont elle a diminué en se refroidissant.

Une troisième pièce de fer, forgée de même que les précédentes, pesoit, froide, 13 livres 1 gros, et chauffée au dernier degré, en sorte qu'elle étoit non seulement blanche, mais bouillonnante et pétillante de feu, s'est trouvée peser 12 livres 9 onces 7 gros dans cet état d'incandescence; et refroidie à la température actuelle, qui étoit de 16 degrés au dessus de la congélation, elle ne pesoit plus que 12 livres 9 onces 3 gros; ce qui donne $\frac{1}{404}$ à très-peu près pour la quantité qu'elle a perdue en se refroidissant.

Prenant le terme moyen des résultats de ces trois expériences, on peut assurer que le fer parfaitement forgé et de la meilleure qualité, chauffé à blanc, perd, en se refroidissant, environ $\frac{1}{425}$ de sa masse.

III. Un morceau de fer en gueuse, pesé très-rouge, environ 20 minutes après sa coulée, s'est trouvé du poids de 33 livres 10 onces; et lorsqu'il a été refroidi, il ne pesoit plus que 33 livres 9 onces: ainsi il a perdu 1 once, c'est-à-dire $\frac{1}{538}$ de son poids ou masse totale en se refroidissant.

Un second morceau de fonte, pris de même très rouge, pesoit 22 livres 8 onces 3 gros; et lorsqu'il a été refroidi, il ne pesoit plus que 22 livres 7 onces 5 gros; ce qui donne $\frac{1}{480}$ pour la quantité qu'il a perdue en se refroidissant.

Un troisième morceau de fonte qui pesoit chaud 16 livres 6 onces 3 gros 1/2 ne pesoit que 16 livres 5 onces 7 gros 1/2 lorsqu'il fut refroidi; ce qui donne $\frac{1}{525}$ pour la quantité qu'il a perdue en se refroidissant.

Prenant le terme moyen des résultats de ces trois expériences sur la fonte pesée chaude couleur de cerise, on peut assurer qu'elle perd, en se refroidissant, environ $\frac{1}{514}$ de sa masse; ce qui fait une moindre diminution que celle du fer forgé: mais la raison en est que le fer forgé a été chauffé à blanc dans toutes nos expériences, au lieu que la fonte n'étoit que d'un rouge couleur de cerise lorsqu'on l'a pesée, et que par conséquent elle n'étoit pas pénétrée d'autant de feu que le fer; car on observera qu'on ne peut chauffer à blanc la fonte de fer sans l'enflammer et la brûler en partie, en sorte que je me suis déterminé à la faire peser seulement rouge, et au moment où elle vient de prendre sa consistance dans le moule, au sortir du fourneau de fusion.

IV. On a pris sur la dame du fourneau des morceaux du laitier le plus pur et qui formoit du très-beau verre de couleur verdâtre.

Le premier morceau pesoit chaud 6 livres 14 onces 2 gros 1/2; et refroidi il ne pesoit que 6 livres 14 onces 1 gros; ce qui donne $\frac{1}{588}$ pour la quantité qu'il a perdue en se refroidissant.

Un second morceau de laitier, semblable au précédent, a pesé chaud 5 livres 8 onces 6 gros 1/4; et refroidi, 5 livres 8 onces 5 gros; ce qui donne $\frac{1}{568}$ pour la quantité dont il a diminué en se refroidissant.

Un troisième morceau, pris de même sur la dame du fourneau, mais un peu moins ardent que le précédent, a pesé chaud 4 livres 7 onces 4 gros 1/2; et refroidi, 4 livres 7 onces 3 gros 1/2; ce qui donne $\frac{1}{572}$ pour la quantité dont il a diminué en se refroidissant.

Un quatrième morceau de laitier, qui étoit de verre solide et pur, et qui pesoit, froid, 2 livres 14 onces 1 gros, ayant été chauffé jusqu'au rouge couleur de feu, s'est trouvé peser 2 livres 14 onces 1 gros 2/3; ensuite, après son refroidissement, il a pesé, comme avant d'avoir été chauffé, 2 livres 14 onces 1 gros juste; ce qui donne $\frac{1}{553\frac{1}{2}}$ pour le poids de la quantité de feu dont il étoit pénétré.

Prenant le terme des résultats de ces quatre expériences sur le verre pesé chaud couleur de feu, on peut assurer qu'il perd en se refroidissant $\frac{1}{570}$; ce qui me paroît être le vrai poids du feu, relativement au poids total des matières qui en sont pénétrées: car ce verre ou laitier ne se brûle ni ne se consume au feu; il ne perd rien de son poids, et se trouve seulement peser $\frac{1}{570}$ de plus lorsqu'il est pénétré de feu.

V. J'ai tenté plusieurs expériences semblables sur le gres; mais elles n'ont pas si bien réussi. La plupart des espèces de grès s'égrenant au feu, on ne peut les chauffer qu'à demi, et ceux qui sont assez durs et d'une assez bonne qualité pour supporter, sans s'égrener, un feu violent, se couvrent d'émail; il y a d'ailleurs dans presque tous des espèces de clous noirs et ferrugineux qui brûlent dans l'opération. Le seul fait

certain que j'ai pu tirer de sept expériences sur différens morceaux de grès dur, c'est qu'il ne gagne rien au feu, et qu'il n'y perd que très-peu. J'avois déjà trouvé la même chose par les expériences rapportées dans le premier mémoire.

De toutes ces expériences, je crois qu'on doit conclure :

1° Que le feu a, comme toute autre matière, une pesanteur réelle, dont on peut connoître le rapport à la balance dans les substances qui, comme le verre, ne peuvent être altérées par son action, et dans lesquelles il ne fait, pour ainsi dire, que passer, sans y rien laisser et sans en rien enlever.

2° Que la quantité de feu nécessaire pour rougir une masse quelconque, et lui donner sa couleur et sa chaleur, pèse $\frac{1}{570}$, ou, si l'on veut, une six-centième partie de cette masse; en sorte que si elle pèse froide 600 livres, elle pèsera chaude 601 lorsqu'elle sera rouge couleur de feu.

3° Que dans les matières qui, comme le fer, sont susceptibles d'un plus grand degré de feu, et peuvent être chauffées à blanc sans se fondre, la quantité de feu dont elles sont alors pénétrées, est environ d'un sixième plus grande; en sorte que sur 500 livres de fer il se trouve une livre de feu. Nous avons même trouvé plus par les expériences précédentes, puisque leur résultat commun donne $\frac{1}{425}$; mais il faut observer que le fer, ainsi que toutes les substances métalliques, se consume un peu en se refroidissant, et qu'il diminue toutes les fois qu'on y applique le feu : cette différence entre $\frac{1}{500}$ et $\frac{1}{425}$ provient donc de cette diminution : le fer, qui perd une quantité très-sensible dans le feu, continue à perdre un peu tant qu'il en est pénétré, et par conséquent sa masse totale se trouve plus diminuée que celle du verre, que le feu ne peut consumer, ni brûler, ni volatiliser.

Je viens de dire qu'il en est de toutes les substances métalliques comme du fer, c'est-à-dire que toutes perdent quelque chose par la longue ou la violente action du feu, et je puis le prouver par des expériences incontestables sur l'or et sur l'argent, qui, de tous les métaux, sont les plus fixes et les moins sujets à être altérés par le feu. J'ai exposé au foyer du miroir ardent des plaques d'argent pur, et des morceaux d'or aussi pur; je les ai vus fumer abondamment et pendant un très-long temps : il n'est donc pas douteux que ces métaux ne perdent quelque chose de leur substance par l'application du feu; et j'ai été informé, depuis, que cette matière qui s'échappe de ces métaux et s'élève en fumée n'est autre chose que le métal même volatilisé, puisqu'on peut dorer ou argenter à cette fumée métallique les corps qui la reçoivent.

Le feu, surtout appliqué long-temps, volatilise donc peu à peu ces métaux, qu'il semble ne pouvoir brûler ni détruire d'aucune autre manière; et en les volatilisant il n'en change pas la nature, puisque cette fumée qui s'en échappe est encore du métal qui conserve toutes ses propriétés. Or il ne faut pas un feu bien violent pour produire cette fumée métallique; elle paroît à un degré de chaleur au dessous de celui qui est nécessaire pour la fusion de ces métaux. C'est de cette même manière que l'or et l'argent se sont sublimés dans le sein de la terre : ils ont d'abord été fondus par la chaleur excessive du premier état du globe, où tout étoit en liquéfaction; et ensuite la chaleur moins forte, mais constante, de l'intérieur de la terre les a volatilisés, et a poussé ces fumées métalliques jusqu'au sommet des plus hautes montagnes, où elles se sont accumulées en grains ou attachées en vapeurs aux sables et aux autres matières dans lesquelles on les trouve aujourd'hui. Les paillettes d'or que l'eau roule avec les sables tirent leur origine, soit des masses d'or fondues par le feu primitif, soit des surfaces dorées par cette sublimation, desquelles l'action de l'air et de l'eau les détache et les sépare.

Mais revenons à l'objet immédiat de nos expériences. Il me paroît qu'elles ne laissent aucun doute sur la pesanteur réelle du feu, et qu'on peut assurer en conséquence de leurs résultats, que toute matière solide pénétrée de cet élément, autant qu'elle peut l'être par l'application que nous savons en faire, est au moins d'une six-centième partie plus pesante que dans l'état de la température actuelle, et qu'il faut une livre de matière ignée pour donner à 600 livres de toute autre matière l'état d'incandescence jusqu'au rouge couleur de feu, et environ une livre sur 500 pour que l'incandescence soit jusqu'au blanc ou jusqu'à la fusion; en sorte que le fer chauffé à blanc, ou le verre en fusion, contiennent dans cet état $\frac{1}{500}$ de matière ignée dont leur propre substance est pénétrée.

Mais cette grande vérité, qui paroîtra nouvelle aux physiciens, et de laquelle on pourra tirer des conséquences utiles, ne nous apprend pas encore ce qu'il seroit ce-

pendant important de savoir ; je veux dire le rapport de la pesanteur du feu à la pesanteur de l'air, ou de la matière ignée à celle des autres matières. Cette recherche suppose de nouvelles découvertes auxquelles je ne suis pas parvenu, et dont je n'ai donné que quelques indications dans mon *Traité des élémens :* car, quoique nous sachions par mes expériences qu'il faut une cinq-centième partie de matière ignée pour donner à toute autre matière l'état de la plus forte incandescence, nous ne savons pas à quel point cette matière ignée y est condensée, comprimée, ni même accumulée, parce que nous n'avons jamais pu la saisir dans un état constant pour la peser ou la mesurer ; en sorte que nous n'avons point d'unité à laquelle nous puissions rapporter la mesure de l'état d'incandescence. Tout ce que j'ai donc pu faire à la suite de mes expériences, c'est de rechercher combien il falloit consommer de matière combustible pour faire entrer dans une masse de matière solide cette quantité de matière ignée qui est la cinq-centième partie de la masse en incandescence, et j'ai trouvé, par des essais réitérés, qu'il falloit brûler 300 livres de charbon au vent de deux soufflets de dix pieds de longueur pour chauffer à blanc une pièce de fonte de fer de 500 livres pesant. Mais comment mesurer, ni même estimer à peu près, la quantité totale de feu produite par ces 300 livres de matière combustible? comment pouvoir comparer la quantité de feu qui se perd dans les airs avec celle qui s'attache à la pièce de fer, et qui pénètre dans toutes les parties de sa substance? Il faudroit pour cela bien d'autres expériences, ou plutôt il faut un art nouveau dans lequel je n'ai pu faire que les premiers pas.

VI. J'ai fait quelques expériences pour reconnoître combien il faut de temps aux matières qui sont en fusion pour prendre leur consistance, et passer de l'état de fluidité à celui de la solidité ; combien de temps il faut pour que la surface prenne sa consistance ; combien il en faut de plus pour produire cette même consistance à l'intérieur, et savoir par conséquent combien le centre d'un globe dont la surface seroit consistante et même refroidie à un certain point pourroit néanmoins être de temps dans l'état de liquéfaction : voici ces expériences :

SUR LE FER.

N° 1. Le 29 juillet, à 5 heures 45 minutes, moment auquel la fonte de fer a cessé de couler, on a observé que la gueuse a pris de la consistance sur sa face supérieure en 3 minutes à sa tête, c'est-à-dire à la partie la plus éloignée du fourneau, et en cinq minutes à sa queue, c'est-à-dire à la partie la plus voisine du fourneau : l'ayant alors fait soulever du moule et casser en cinq endroits, on n'a vu aucune marque de fusibilité intérieure dans les quatre premiers morceaux ; seulement, dans le morceau cassé le plus près du fourneau, la matière s'est trouvée intérieurement molle, et quelques parties se sont attachées au bout d'un petit ringard, à 5 heures 55 minutes, c'est-à-dire 12 minutes après la fin de la coulée : on a conservé ce morceau numéroté ainsi que les suivans.

N° 2. Le lendemain, 30 juillet, on a coulé une autre gueuse à 8 heures 1 minute, et à 8 heures 4 minutes, c'est-à-dire trois minutes après, la surface de sa tête étoit consolidée ; et en ayant fait casser deux morceaux, il est sorti de leur intérieur une petite quantité de fonte coulante ; à 8 heures 7 minutes il y avoit encore dans l'intérieur des marques évidentes de fusion, en sorte que la surface a pris consistance en 3 minutes, et l'intérieur ne l'avoit pas encore prise en 6 minutes.

N° 3. Le 31 juillet, la gueuse a cessé de couler à midi 35 minutes ; sa surface, dans la partie du milieu, avoit pris sa consistance à 39 minutes, c'est-à-dire en 4 minutes, et l'ayant cassée dans cet endroit à midi 44 minutes, il s'en est écoulé une grande quantité de fonte encore en fusion : on avoit remarqué que la fonte de cette gueuse étoit plus liquide que celle du n° précédent, et on a conservé un morceau cassé dans lequel l'écoulement de la matière intérieure a laissé une cavité profonde de 26 pouces dans l'intérieur de la gueuse. Ainsi la surface ayant pris en 4 minutes sa consistance solide, l'intérieur étoit encore en grande liquéfaction après 8 minutes 1/2.

N° 4. Le 2 août, à 4 heures 47 minutes, la gueuse qu'on a coulée s'est trouvée d'une fonte très-épaisse, aussi sa surface dans le milieu a pris sa consistance en 3 minutes ; et 1 minute 1/2 après, lorsqu'on l'a cassée, toute la fonte de l'intérieur s'est écoulée, et n'a laissé qu'un tuyau de 6 lignes d'épaisseur sous la face supérieure, et d'un pouce environ d'épaisseur aux autres faces.

N° 5. Le 3 août, dans une gueuse de fonte très-liquide, on a cassé trois morceaux d'environ 2 pieds 1/2 de long, à commencer

du côté de la gueuse, c'est-à-dire dans la partie la plus froide du moule et la plus éloignée du fourneau, et l'on a reconnu, comme il étoit naturel de s'y attendre, que la partie intérieure de la gueuse étoit moins consistante à mesure qu'on approchoit du fourneau, et que la cavité inférieure produite par l'écoulement de la fonte encore liquide, étoit à peu près en raison inverse de la distance au fourneau. Deux causes évidentes concourent à produire cet effet : le moule de la gueuse formé par les sables est d'autant plus échauffé qu'il est plus près du fourneau, et en second lieu, il reçoit d'autant plus de chaleur qu'il y passe une plus grande quantité de fonte. Or la totalité de la fonte qui constitue la gueuse passe dans la partie du moule où se forme sa queue, auprès de l'ouverture de la coulée ; tandis que la tête de la gueuse n'est formée que de l'excédant qui a parcouru le moule entier, et s'est déjà refroidie avant d'arriver dans cette partie la plus éloignée du fourneau, la plus froide de toutes, et qui n'est échauffée que par la seule matière qu'elle contient. Aussi de trois morceaux pris à la tête de cette gueuse, la surface du premier, c'est-à-dire du plus éloigné du fourneau, a pris sa consistance en 1 minute 1/2 ; mais tout l'intérieur a coulé au bout de 3 minutes 1/2. La surface du second a de même pris sa consistance en 1 minute 1/2, et l'intérieur couloit de même au bout de 3 minutes 1/2. Enfin la surface du troisieme morceau, qui étoit le plus loin de la terre, et qui approchoit du milieu de la gueuse, a pris sa consistance en 1 minute 1/4, et l'intérieur couloit encore très-abondamment au bout de 4 minutes.

Je dois observer que toutes ces gueuses étoient triangulaires, et que leur face supérieure, qui étoit la plus grande, avoit environ 6 pouces 1/2 de largeur. Cette face supérieure, qui est exposée à l'action de l'air, se consolide néanmoins plus lentement que les deux faces qui sont dans le sillon où la matière a coulé : l'humidité des sables qui forment cette espèce de moule refroidit et consolide la fonte plus promptement que l'air ; car, dans tous les morceaux que j'ai fait casser, les cavités formées par l'écoulement de la fonte encore liquide étoient bien plus voisines de la face supérieure que des deux autres faces.

Ayant examiné tous ces morceaux après leur refroidissement, j'ai trouvé, 1° que les morceaux du n° 4 ne s'étoient consolidés que de 6 lignes d'épaisseur sous la face supérieure ; 2° que ceux du n° 5 se sont consolidés de 9 lignes d'épaisseur sous cette même face supérieure ; 3° que les morceaux du n° 2 s'étoient consolidés d'un pouce d'épaisseur sous cette même face ; 4° que les morceaux du n° 3 s'étoient consolidés d'un pouce et demi d'épaisseur sous la même face ; et enfin que les morceaux du n° 1 s'étoient consolidés jusqu'à 2 pouces 3 lignes sous cette même face supérieure.

Les épaisseurs consolidées sont donc 6, 9, 12, 18, 27 lignes, et les temps employés à cette consolidation sont 1 1/2, 2 ou 2 1/2, 3, 4 1/2, 7 minutes ; ce qui fait à très-peu près le quart du numérique des épaisseurs. Ainsi les temps nécessaires pour consolider le métal fluide sont précisément en même raison que celle de leur épaisseur : en sorte que si nous supposons un globe isolé de toutes parts, dont la surface aura pris sa consistance en un temps donné, par exemple, en 3 minutes, il faudra 1 minute 1/2 de plus pour le consolider à 6 lignes de profondeur ; 2 minutes 1/4 pour le consolider à 9 lignes, 3 minutes pour le consolider à 12 lignes, 4 minutes pour le consolider à 18 lignes, et 7 minutes pour le consolider à 27 ou 28 lignes de profondeur ; et par conséquent 36 minutes pour le consolider à 10 pieds de profondeur, etc.

SUR LE VERRE.

Ayant fait couler du laitier dans des moules très-voisins du fourneau, à environ 2 pieds de l'ouverture calculée, j'ai reconnu, par plusieurs essais, que la surface de ces morceaux de laitier prend sa consistance en moins de temps que la fonte de fer, et que l'intérieur se consolidoit aussi beaucoup plus vite : mais je n'ai pu déterminer, comme je l'ai fait sur le fer, les temps nécessaires pour consolider l'intérieur du verre à différentes épaisseurs ; je ne sais même si l'on en viendroit à bout dans un fourneau de verrerie où l'on auroit le verre en masses fort épaisses : tout ce que je puis assurer, c'est que la consolidation du verre, tant à l'extérieur qu'à l'intérieur, est à peu près une fois plus prompte que celle de la fonte du fer. Et en même temps que le premier coup de l'air condense la surface du verre liquide et lui donne une sorte de consistance solide, il la divise et la fêle en une infinité de petites parties, en sorte que le verre saisi par l'air frais ne prend pas une solidité réelle, et qu'il se brise au moindre choc ; au lieu qu'en le laissant recuire dans un four très-

chaud il acquiert peu à peu la solidité que nous lui connoissons. Il paroît donc bien difficile de déterminer, par l'expérience, les rapports du temps qu'il faut pour consolider le verre à différentes épaisseurs au dessous de sa surface. Je crois seulement qu'on peut, sans se tromper, prendre le même rapport pour la consolidation que celui du refroidissement du verre au refroidissement du fer, lequel rapport est de 132 à 236 par les expériences du second mémoire, ci-dessus, page 354.

VII. Ayant déterminé, par les expériences précédentes, les temps nécessaires pour la consolidation du fer en fusion, tant à sa surface qu'aux différentes profondeurs de son intérieur, j'ai cherché à reconnoître, par des observations exactes, quelle étoit la durée de l'incandescence dans cette même matière.

1. Un renard, c'est-à-dire une loupe détachée de la gueuse par le feu de la chaufferie, et prête à être portée sous le marteau, a été mise dans un lieu dont l'obscurité étoit égale à celle de la nuit quand le ciel est couvert : cette loupe, qui étoit fort enflammée, n'a cessé de donner de la flamme qu'au bout de 24 minutes; d'abord la flamme étoit blanche, ensuite rouge et bleuâtre sur la fin : elle ne paroissoit plus alors qu'à la partie inférieure de la loupe qui touchoit la terre, et ne se montroit que par ondulations ou par reprises, comme celle d'une chandelle qui s'éteint. Ainsi la première incandescence, accompagnée de flamme, a duré 24 minutes; ensuite la loupe, qui étoit encore bien rouge, a perdu cette couleur peu à peu, et a cessé de paroître rouge au bout de 74 minutes, non compris les 24 premières, ce qui fait en tout 98 minutes; mais il n'y avoit que les surfaces supérieure et latérales qui avoient absolument perdu leur couleur rouge; la surface inférieure, qui touchoit à la terre, l'étoit encore aussi bien que l'intérieur de la loupe. Je commençai alors, c'est-à-dire au bout de 98 minutes, à laisser tomber quelques grains de poudre à tirer sur la surface supérieure; ils s'enflammèrent avec explosion. On continuoit de jeter de temps en temps de la poudre sur la loupe, et ce ne fut qu'au bout de 42 minutes de plus qu'elle cessa de faire explosion : à 43, 44 et 45 minutes, la poudre se fondoit et fusoit sans explosion, en donnant seulement une petite flamme bleue. De là, je crus devoir conclure que l'incandescence à l'intérieur de la loupe n'avoit fini qu'alors, c'est-à-dire 42 minutes après celle de la surface, et qu'en tout elle avoit duré 140 minutes.

Cette loupe étoit de figure à peu près ovale et aplatie sur deux faces parallèles; son grand diamètre étoit de 13 pouces, et le petit de 8 pouces : elle avoit aussi, à très-peu près, 8 pouces d'épaisseur partout, et elle pesoit 91 livres 4 onces après avoir été refroidie.

2. Un autre renard, mais plus petit que le premier, tout aussi blanc de flamme et pétillant de feu, au lieu d'être porté sous le marteau, a été mis dans le même lieu obscur, où il n'a cessé de donner de la flamme qu'au bout de 22 minutes; ensuite il n'a perdu sa couleur rouge qu'après 43 minutes; ce qui fait 65 minutes pour la durée des deux états d'incandescence à la surface, sur laquelle ayant ensuite jeté des grains de poudre, ils n'ont cessé de s'enflammer avec explosion qu'au bout de 40 minutes; ce qui fait en tout 105 minutes pour la durée de l'incandescence, tant à l'extérieur qu'à l'intérieur.

Cette loupe étoit à peu près circulaire, sur 9 pouces de diamètre, et elle avoit environ 6 pouces d'épaisseur partout; elle s'est trouvée du poids de 54 livres après son refroidissement.

J'ai observé que la flamme et la couleur rouge suivent la même marche dans leur dégradation; elles commencent par disparoître à la surface supérieure de la loupe, tandis qu'elles durent encore aux surfaces latérales, et continuent de paroître assez long-temps autour de la surface inférieure, qui, étant constamment appliquée sur la terre, se refroidit plus lentement que les autres surfaces qui sont exposées à l'air.

3. Un troisième renard, tiré du feu très-blanc, brûlant et pétillant d'étincelles et de flamme, ayant été porté dans cet état sous le marteau, n'a conservé cette incandescence enflammée que 6 minutes; les coups précipités dont il a été frappé pendant ces 6 minutes, ayant comprimé la matière, en ont en même temps réprimé la flamme, qui auroit subsisté plus long-temps sans cette opération, par laquelle on en a fait une pièce de fer de 12 pouces 1/2 de longueur sur 4 pouces en carré, qui s'est trouvée peser 48 livres 4 onces après avoir été refroidie. Mais, ayant mis auparavant cette pièce encore toute rouge dans le même lieu obscur, elle n'a cessé de paroître rouge à sa surface qu'au bout de 46 minutes, y compris les 6 premières. Ayant ensuite fait l'é-

preuve avec la poudre à tirer, qui n'a cessé de s'enflammer avec explosion que 26 minutes après les 46, il en résulte que l'incandescence intérieure et totale a duré 72 minutes.

En comparant ensemble ces trois expériences, on peut conclure que la durée de l'incandescence totale est comme celle de la prise de consistance proportionnelle à l'épaisseur de la matière : car la première loupe, qui avoit 8 pouces d'épaisseur, a conservé son incandescence pendant 140 minutes; la seconde, qui avoit 6 pouces d'épaisseur, l'a conservée pendant 105 minutes; et la troisième, qui n'avoit que 4 pouces, ne l'a conservée que pendant 72 minutes. Or 105 : 140 :: 6 : 8, et de même, 72 : 140 à peu près :: 4 : 8, en sorte qu'il paroît y avoir même rapport entre les temps qu'entre les épaisseurs.

4. Pour m'assurer encore mieux de ce fait important, j'ai cru devoir répéter l'expérience sur une loupe prise, comme la précédente, au sortir de la chaufferie. On l'a portée tout enflammée sous le marteau; la flamme a cessé au bout de 6 minutes, et, dans ce moment, on a cessé de la battre : on l'a mise tout de suite dans le même lieu obscur; le rouge n'a cessé qu'au bout de 39 minutes; ce qui donne 45 minutes pour les deux états d'incandescence à la surface : ensuite la poudre n'a cessé de s'enflammer avec explosion qu'au bout de 28 minutes; ainsi l'incandescence intérieure et totale a duré 73 minutes. Or, cette pièce avoit, comme la précédente, 4 pouces juste d'épaisseur sur deux faces en carré, et 10 pouces 1/4 de longueur; elle pesoit 39 livres 4 onces après avoir été refroidie.

Cette dernière expérience s'accorde si parfaitement avec celle qui la précède et avec les deux autres, qu'on ne peut pas douter qu'en général la durée de l'incandescence ne soit à très-peu près proportionnelle à l'épaisseur de la masse, et que par conséquent ce grand degré de feu ne suive la même loi que celle de la chaleur médiocre; en sorte que, dans des globes de même matière, la chaleur ou le feu du plus haut degré, pendant tout le temps de l'incandescence, s'y conservent et y durent précisément en raison de leur diamètre. Cette vérité, que je voulois acquérir et démontrer par le fait, semble nous indiquer que les causes cachées (*causæ latentes*) de Newton, desquelles j'ai parlé dans le premier de ces mémoires, ne s'opposent que très-peu à la sortie du feu, puisqu'elle se fait de la même manière que si les corps étoient entièrement et parfaitement perméables, et que rien ne s'opposât à son issue. Cependant on seroit porté à croire que plus la matière est comprimée, plus elle doit retenir de temps le feu; en sorte que la durée de l'incandescence devoit être alors en plus grande raison que celle des épaisseurs ou des diamètres. J'ai donc essayé de reconnoître cette différence par l'expérience suivante.

5. J'ai fait forger une masse cubique de fer, de 5 pouces 9 lignes de toutes faces; elle a subi trois chaudes successives, et, l'ayant laissée refroidir, son poids s'est trouvé de 48 livres 9 onces. Après l'avoir pesée, on l'a mise de nouveau au feu de l'affinerie, où elle n'a été chauffée que jusqu'au rouge couleur de feu, parce qu'alors elle commençoit à donner un peu de flamme, et qu'en la laissant au feu plus long-temps, le fer auroit brûlé. De là on l'a transportée tout de suite dans le même lieu obscur, où j'ai vu qu'elle ne donnoit aucune flamme; néanmoins elle n'a cessé de paroître rouge qu'au bout de 52 minutes, et la poudre n'a cessé de s'enflammer à sa surface avec explosion que 43 minutes après; ainsi l'incandescence totale a duré 95 minutes. On a pesé cette masse une seconde fois après son entier refroidissement; elle s'est trouvée peser 48 livres 1 once : ainsi elle avoit perdu au feu 8 onces de son poids, et elle en auroit perdu davantage si on l'eût chauffée jusqu'au blanc.

En comparant cette expérience avec les autres, on voit que l'épaisseur de la masse étant de 5 pouces 3/4, l'incandescence totale a duré 95 minutes dans cette pièce de fer, comprimée autant qu'il est possible, et que dans les premières masses, qui n'avoient point été comprimées par le marteau, l'épaisseur étant de 6 pouces, l'incandescence a duré 105 minutes, et l'épaisseur étant de 8 pouces, elle a duré 140 minutes. Or 140 : 8 ou 105 : 6 :: 95 : 5 9/21, au lieu que l'expérience nous donne 5 3/4. Les causes cachées, dont la principale est la compression de la matière, et les obstacles qui en résultent pour l'issue de la chaleur, semblent donc produire cette différence de 5 3/4 à 5 9/21; ce qui fait 27/84, ou un peu plus d'un tiers sur 15/3, c'est-à-dire d'environ 1/16 sur le tout; en sorte que le fer bien battu, bien *sué*, bien comprimé, ne perd son incandescence qu'en 17 de temps, tandis que le même fer qui n'a point été comprimé la perd en 16 du même temps. Et ceci paroît se confirmer par les expériences 3 et 4, où les masses de fer ayant été comprimées par

une seule volée de coups de marteau n'ont perdu leur incandescence qu'au bout de 72 et 73 minutes, au lieu de 70 qu'a duré celle des loupes non comprimées; ce qui fait 2 1/2 sur 70, ou 5/140 ou 1/28 de différence produite par cette première compression. Ainsi l'on ne doit pas être étonné que la seconde et la troisième compression qu'a subies la masse de fer de la cinquième expérience, qui a été battue par trois volées de coups de marteau, aient produit 1/16 au lieu de 1/28 de différence dans la durée de l'incandescence. On peut donc assurer en général que la plus forte compression qu'on puisse donner à la matière pénétrée de feu autant qu'elle peut l'être ne diminue que d'une seizième partie de la durée de son incandescence, et que, dans la matière qui ne reçoit point de compression extérieure, cette durée est précisément en même raison que son épaisseur.

Maintenant, pour appliquer au globe de la terre le résultat de ces expériences, nous considérerons qu'il n'a pu prendre sa forme élevée sous l'équateur, et abaissée sous les pôles, qu'en vertu de la force centrifuge combinée avec celle de la pesanteur; que par conséquent il a dû tourner sur son axe pendant un petit temps, avant que sa surface ait pris sa consistance, et qu'ensuite la matière intérieure s'est consolidée dans les mêmes rapports de temps indiqués par nos expériences; en sorte qu'en partant de la supposition d'un jour au moins pour le petit temps nécessaire à la prise de consistance à sa surface, et en admettant, comme nos expériences l'indiquent, un temps de 3 minutes pour en consolider la matiere intérieure à un pouce de profondeur, il se trouvera 36 minutes pour un pied, 216 minutes pour une toise, 342 jours pour une lieue, et 490086 jours, ou environ 1342 ans, pour qu'un globe de fonte de fer qui auroit, comme celui de la terre, 1432 lieues 1/2 de diamètre, eût pris sa consistance jusqu'au centre.

La supposition que je fais ici d'un jour de rotation pour que le globe terrestre ait pu s'élever régulièrement sous l'équateur, et s'abaisser sous les pôles, avant que sa surface fût consolidée, me paroît plutôt trop foible que trop forte; car il a peut-être fallu un grand nombre de révolutions de vingt-quatre heures chacune sur son axe pour que la matiere fluide se soit solidement établie, et l'on voit bien que, dans ce cas, le temps nécessaire pour la prise de consistance de la matière au centre se trouvera plus grand. Pour le réduire autant qu'il est possible, nous n'avons fait aucune attention à l'effet de la force centrifuge qui s'oppose à celui de la réunion des parties, c'est-à-dire à la prise de consistance de la matière en fusion. Nous avons supposé encore, dans la même vue de diminuer le temps, que l'atmosphere de la terre, alors tout en feu, n'étoit néanmoins pas plus chaude que celle de mon fourneau à quelques pieds de distance où se sont faites les expériences; et c'est en conséquence de ces deux suppositions trop gratuites que nous ne trouvons que 1342 ans pour le temps employé à la consolidation du globe jusqu'au centre. Mais il me paroît certain que cette estimation du temps est de beaucoup trop foible, par l'observation constante que j'ai faite sur la prise de consistance des gueuses à la tète et à la queue; car il faut trois fois autant de temps et plus pour que la partie de la gueuse qui est à 18 pieds du fourneau prenne consistance, c'est-à-dire que si la surface de la tête de la gueuse, qui est à 18 pieds du fourneau, prend consistance en 1 minute 1/2, celle de la queue, qui n'est qu'à 2 pieds du fourneau, ne prend consistance qu'en 4 minutes 1/2 ou 5 minutes; en sorte que la chaleur plus grande de l'air contribue prodigieusement au maintien de la fluidité; et l'on conviendra sans peine avec moi que, dans ce premier temps de liquéfaction du globe de la terre, la chaleur de l'atmosphere de vapeurs qui l'environnoit étoit plus grande que celle de l'air à 2 pieds de distance du feu de mon fourneau, et que par conséquent il a fallu beaucoup plus de temps pour consolider le globe jusqu'au centre. Or nous avons démontré, par les expériences du premier mémoire, qu'un globe de fer, gros comme la terre, pénétré du feu seulement jusqu'au rouge, seroit plus de 96670 ans à se refroidir, auxquels ajoutant 2 ou 3000 ans pour le temps de sa consolidation jusqu'au centre, il résulte qu'en tout il faudroit environ 100,000 ans pour refroidir au point de la température actuelle un globe de fer gros comme la terre, sans compter la durée du premier état de liquéfaction; ce qui recule encore les limites du temps, qui semble fuir et s'étendre à mesure que nous cherchons à le saisir. Mais tout ceci sera plus amplement discuté et déterminé plus précisément dans les mémoires suivans.

NEUVIÈME MÉMOIRE.

Expériences sur la fusion des mines de fer.

Je ne pourrai guère mettre d'autre liaison entre ces mémoires, ni d'autre ordre entre mes différentes expériences, que celui du temps ou plutôt de la succession de mes idées. Comme je ne me trouvois pas assez instruit dans la connoissance des minéraux, que je n'étois pas satisfait de ce qu'on en dit dans les livres, que j'avois bien de la peine à entendre ceux qui traitent de la chimie, où je voyois d'ailleurs des principes précaires, toutes les expériences faites en petit et toujours expliquées dans l'esprit d'une même méthode, j'ai voulu travailler par moi-même; et consultant plutôt mes désirs que ma force, j'ai commencé par faire établir, sous mes yeux, des forges et des fourneaux en grand, que je n'ai pas cessé d'exercer continuellement depuis sept ans.

Le petit nombre d'auteurs qui ont écrit sur les mines de fer ne donnent, pour ainsi dire, qu'une nomenclature assez inutile, et ne parlent point des différens traitemens de chacune de ces mines. Ils comprennent dans les mines de fer l'aimant, l'émeril, l'hématite, etc., qui sont en effet des minéraux ferrugineux en partie, mais qu'on ne doit pas regarder comme de vraies mines de fer, propres à être fondues et converties en ce métal; nous ne parlerons ici que de celles dont on doit faire usage, et on peut les réduire à deux espèces principales.

La premiere est la mine en roche, c'est-à-dire en masses dures, solides et compactes, qu'on ne peut tirer et séparer qu'à force de coins, de marteaux et de masses, et qu'on pourroit appeler *pierre de fer*. Ces mines ou roches de fer se trouvent en Suède, en Allemagne, dans les Alpes, dans les Pyrénées, et généralement dans la plupart des hautes montagnes de la terre, mais en bien plus grande quantité vers le Nord que du côté du Midi. Celles de Suède sont de couleur de fer pour la plupart, et paroissent être du fer presque à demi préparé par la nature: il y en a aussi de couleur brune, rouge ou jaunâtre; il y en a même de toutes blanches à Allevard en Dauphiné, ainsi que d'autres couleurs; ces dernieres mines semblent être composées comme du spath, et on ne reconnoît qu'à leur pesanteur, plus grande que celle des autres spaths, qu'elles contiennent une grande quantité de métal. On peut aussi s'en assurer en les mettant au feu; car de quelque couleur qu'elles soient, blanches, grises, jaunes, rousses, verdâtres, bleuâtres, violettes ou rouges, toutes deviennent noires à une légère calcination. Les mines de Suède, qui, comme je l'ai dit, semblent être de la pierre de fer, sont attirées par l'aimant; il en est de même de la plupart des autres mines en roche, et généralement de toute matière ferrugineuse qui a subi l'action du feu. Les mines de fer en grains, qui ne sont point du tout magnétiques, le deviennent lorsqu'on les fait griller au feu: ainsi les mines de fer en roche et en grandes masses étant magnétiques doivent leur origine à l'élément du feu. Celles de Suède, qui ont été les mieux observées, sont très-étendues et tres-profondes; les filons sont perpendiculaires, toujours épais de plusieurs pieds, et quelquefois de quelques toises; on les travaille comme on travailleroit de la pierre très-dure dans une carrière. On y trouve souvent de l'asbeste, ce qui prouve encore que ces mines ont été formées par le feu.

Les mines de la seconde espèce ont, au contraire, été formées par l'eau, tant du détriment des premières, que de toutes les particules de fer que les végétaux et les animaux rendent à la terre par la décomposition de leur substance: ces mines formées par l'eau sont le plus ordinairement en grains arrondis, plus ou moins gros, mais dont aucun n'est attirable par l'aimant avant d'avoir subi l'action du feu, ou plutôt celle de l'air par le moyen du feu; car, ayant fait griller plusieurs de ces mines dans des vaisseaux ouverts, elles sont toutes devenues très-attirables à l'aimant, au lieu que dans les vaisseaux clos, quoique chauffées à un plus grand feu et pendant plus de temps, elles n'avoient point du tout acquis la vertu magnétique.

On pourroit ajouter à ces mines en grains

formées par l'eau une seconde espèce de mine souvent plus pure, mais bien plus rare, qui se forme également par l'eau : ce sont les mines de fer cristallisées. Mais comme je n'ai pas été à portée de traiter par moi-même les mines de fer en roche produites par le feu, non plus que les mines de fer cristallisées par l'eau, je ne parlerai que de la fusion des mines en grains, d'autant que ces dernières mines sont celles qu'on exploite le plus communément dans nos forges de France.

La première chose que j'ai trouvée, et qui me paroît être une découverte utile, c'est qu'avec une mine qui donnoit le plus mauvais fer de la province de Bourgogne, j'ai fait du fer aussi ductile, aussi nerveux, aussi ferme que les fers du Berri, qui sont réputés les meilleurs de France. Voici comme j'y suis parvenu : le chemin que j'ai tenu est bien plus long; mais personne, avant moi, n'ayant frayé la route, on ne sera pas étonné que j'aie fait du circuit.

J'ai pris le dernier jour d'un fondage, c'est-à-dire le jour où l'on alloit faire cesser le feu d'un fourneau à fondre la mine de fer, qui duroit depuis plus de quatre mois. Ce fourneau, d'environ 20 pieds de hauteur, et de 5 pieds 1/2 de largeur à sa cuve, étoit bien chauffé, et n'avoit été chargé que de cette mine, qui avoit la fausse réputation de ne pouvoir donner que des fontes très-blanches, très-cassantes, et par conséquent du fer à très-gros grain, sans nerf et sans ductilité. Comme j'étois dans l'idée que la trop grande violence du feu ne peut qu'aigrir le fer, j'employai ma méthode ordinaire, et que j'ai suivie constamment dans toutes mes recherches sur la nature, qui consiste à voir les extrêmes avant de considérer les milieux : je fis donc, non pas ralentir, mais enlever les soufflets; et ayant fait en même temps découvrir le toit de la halle, je substituai aux soufflets un ventilateur simple, qui n'étoit qu'un cône creux, de 24 pieds de longueur sur 4 pieds de diamètre au gros bout, et trois pouces seulement à sa pointe, sur laquelle on adapta une buse de fer, et qu'on plaça dans le trou de la tuyère; en même temps, on continuoit à charger de charbon et de mine, comme si l'on eût voulu continuer à couler : les charges descendoient bien plus lentement, parce que le feu n'étoit plus animé par le vent des soufflets; il l'étoit seulement par un courant d'air que le ventilateur tiroit d'en haut, et qui, étant plus frais et plus dense que celui du voisinage de la tuyère, arrivoit avec assez de vitesse pour produire un murmure constant dans l'intérieur du fourneau. Lorsque j'eus fait charger environ deux milliers de charbon, et quatre milliers de mine, je fis discontinuer, pour ne pas trop embarrasser le fourneau; et le ventilateur étant toujours à la tuyère, je laissai baisser les charbons et la mine sans remplir le vide qu'ils laissoient au dessus. Au bout de quinze ou seize heures, il se forma de petites loupes, dont on tira quelques-unes par le trou de la tuyère, et quelques autres par l'ouverture de la coulée : le feu dura quatre jours de plus, avant que le charbon fût entièrement consumé; et, dans cet intervalle de temps, on tira des loupes plus grosses que les premières; et, après les quatre jours, on en trouva de plus grosses encore en vidant le fourneau.

Après avoir examiné ces loupes, qui me parurent être d'une très-bonne étoffe, et dont la plupart portoient à leur circonférence un grain fin et tout semblable à celui de l'acier, je les fis mettre au feu de l'affinerie et porter sous le marteau : elles en soutinrent le coup sans se diviser, sans s'éparpiller en étincelles, sans donner une grande flamme, sans laisser couler beaucoup de laitier; choses qui toutes arrivent lorsqu'on forge du mauvais fer. On les forgea à la manière ordinaire : les barres qui en provenoient n'étoient pas toutes de la même qualité; les unes étoient de fer, les autres d'acier, et le plus grand nombre de fer par un bout ou par un côté, et d'acier par l'autre. J'en ai fait faire des poinçons et des ciseaux, par des ouvriers qui trouvèrent cet acier aussi bon que celui d'Allemagne. Les barres qui n'étoient que de fer étoient si fermes, qu'il fut impossible de les rompre avec la masse, et qu'il fallut employer le ciseau d'acier pour les entamer profondément des deux côtés avant de pouvoir les rompre; ce fer étoit tout nerf, et ne pouvoit se séparer qu'en se déchirant par le plus grand effort. En le comparant au fer que donne cette même mine fondue en gueuse à la manière ordinaire, on ne pouvoit se persuader qu'il provenoit de la même mine, dont on n'avoit jamais tiré que du fer à gros grain, sans nerf et très-cassant.

La quantité de mine que j'avois employée dans cette expérience auroit dû produire au moins 1200 livres de fonte, c'est-à-dire environ 800 livres de fer, si elle eût été fondue par la méthode ordinaire, et je n'avois obtenu que 280 livres, tant d'acier que de fer, de toutes les loupes que j'avois réunies; et en supposant un déchet de moitié du mau-

vais fer au bon, et de trois quarts de mauvais fer à l'acier, je voyois que ce produit ne pouvoit équivaloir qu'à 500 livres de mauvais fer, et que, par conséquent, il y avoit eu plus du quart de mes quatre milliers de mine qui s'étoit consumé en pure perte, et en même temps près du tiers du charbon brûlé sans produit.

Ces expériences étant donc excessivement chères, et voulant néanmoins les suivre, je pris le parti de faire construire deux fourneaux plus petits; tous deux cependant de 14 pieds de hauteur, mais dont la capacité intérieure du second étoit d'un tiers plus petite que celle du premier. Il falloit, pour charger et remplir en entier mon grand fourneau de fusion, 135 corbeilles de charbon de 40 livres chacune, c'est-à-dire 5400 livres de charbon, au lieu que, dans mes petits fourneaux, il ne falloit que 900 livres de charbon pour remplir le premier, et 600 livres pour remplir le second; ce qui diminuoit considérablement les trop grands frais de ces expériences. Je fis adosser ces fourneaux l'un à l'autre, afin qu'ils pussent profiter de leur chaleur mutuelle: ils étoient séparés par un mur de 3 pieds, et environnés d'un autre mur de 4 pieds d'épaisseur; le tout bâti en bon moellon, et de la même pierre calcaire dont on se sert dans le pays pour faire les étalages des grands fourneaux. La forme de la cavité de ces petits fourneaux étoit pyramidale sur une base carrée, s'élevant d'abord perpendiculairement à 3 pieds de hauteur, et ensuite s'inclinant en dedans sur le reste de leur élévation, qui étoit de 11 pieds: de sorte que l'ouverture supérieure se trouvoit réduite à 14 pouces au plus grand fourneau, et 11 pouces au plus petit. Je ne laissai dans le bas qu'une seule ouverture à chacun de mes fourneaux; elle étoit surbaissée en forme de voûte ou de lunette, dont le sommet ne s'élevoit qu'à 2 pieds 1/2 dans la partie intérieure, et à 4 pieds en dehors; je faisois remplir cette ouverture par un petit mur de briques, dans lequel on laissoit un trou de quelques pouces en bas pour écouler le laitier, et un autre trou à 1 pied 1/2 de hauteur pour pomper l'air. Je ne donne point ici la figure de ces fourneaux, parce qu'ils n'ont pas assez bien réussi pour que je prétende les donner pour modèles, et que d'ailleurs j'y ai fait et j'y fais encore des changemens essentiels à mesure que l'expérience m'apprend quelque chose de nouveau. D'ailleurs, ce que je viens de dire suffit pour en donner une idée, et aussi pour l'intelligence de ce qui suit.

Ces fourneaux étoient placés de manière que leur face antérieure, dans laquelle étoient les ouvertures en lunette, se trouvoit parallèle au courant d'eau qui fait mouvoir les roues des soufflets de mon grand fourneau et de mes affineries, en sorte que le grand entonnoir ou ventilateur dont j'ai parlé pouvoit être posé de manière qu'il recevoit sans cesse un air frais par le mouvement des roues; il portoit cet air au fourneau auquel il aboutissoit par sa pointe, qui étoit une buse ou tuyau de fer de forme conique, et d'un pouce et demi de diamètre à son extrémité. Je fis faire en même temps deux tuyaux d'aspiration, l'un de 10 pieds de longueur sur 14 pouces de largeur pour le plus grand de mes petits fourneaux, et l'autre de 7 pieds de longueur et de 11 pouces de côté pour le plus petit. Je fis ces tuyaux d'aspiration carrés, parce que les ouvertures du dessus des fourneaux étoient carrées, et que c'étoit sur ces ouvertures qu'il falloit les poser; et quoique ces tuyaux fussent faits d'une tôle assez légère, sur un châssis de fer mince, ils ne laissoient pas d'être pesans, et même embarrassans par leur volume, surtout quand ils étoient fort échauffés: quatre hommes avoient assez de peine pour les placer et les replacer; ce qui cependant étoit nécessaire toutes les fois qu'il falloit charger les fourneaux.

J'y ai fait dix-sept expériences, dont chacune duroit ordinairement deux ou trois jours et deux ou trois nuits. Je n'en donnerai pas le détail, non seulement parce qu'il seroit fort ennuyeux, mais même assez inutile, attendu que je n'ai pu parvenir à une méthode fixe, tant pour conduire le feu, que pour le forcer à donner toujours le même produit. Je dois donc me borner aux simples résultats de ces expériences qui m'ont démontré plusieurs vérités que je crois très-utiles.

La première, c'est qu'on peut faire de l'acier de la meilleure qualité sans employer du fer comme on le fait communément, mais seulement en faisant fondre la mine à un feu long et gradué. De mes dix-sept expériences, il y en a eu six où j'ai eu de l'acier bon et médiocre, sept où je n'ai eu que du fer, tantôt très-bon, et tantôt mauvais, et quatre où j'ai eu une petite quantité de fonte et du fer environné d'excellent acier. On ne manquera pas de me dire: Donnez-nous donc au moins le détail de celles qui vous ont produit du bon acier. Ma réponse est aussi simple que vraie: c'est qu'en suivant les mêmes procédés aussi exactement qu'il m'é-

toit possible, en chargeant de la même façon, mettant la même quantité de mine et de charbon, ôtant et mettant le ventilateur et les tuyaux d'aspiration pendant un temps égal, je n'en ai pas moins eu des résultats tout différens. La seconde expérience me donna de l'acier par les mêmes procédés que la première, qui ne m'avoit produit que du fer d'une qualité assez médiocre; la troisième, par les mêmes procédés, m'a donné de très-bon fer; et quand après cela j'ai voulu varier la suite des procédés et changer quelque chose à mes fourneaux, le produit en a peut-être moins varié par ces grands changemens qu'il n'avoit fait par le seul caprice du feu, dont les effets et la conduite sont si difficiles à suivre, qu'on ne peut les saisir ni même les deviner qu'après une infinité d'épreuves et de tentatives qui ne sont pas toujours heureuses. Je dois donc me borner à dire ce que j'ai fait, sans anticiper sur ce que des artistes plus habiles pourront faire; car il est certain qu'on parviendra à une méthode sûre de tirer de l'acier de toute mine de fer sans la faire couler en gueuses, et sans convertir la fonte en fer.

C'est ici la seconde vérité, aussi utile que la première. J'ai employé trois différentes sortes de mines dans ces expériences; j'ai cherché, avant de les employer, le moyen d'en bien connoître la nature. Ces trois espèces de mines étoient, à la vérité, toutes les trois en grains plus ou moins fins; je n'étois pas à portée d'en avoir d'autres, c'est-à-dire des mines en roche, en assez grande quantité pour faire mes expériences: mais je suis bien convaincu, après avoir fait les épreuves de mes trois différentes mines en grains, et qui toutes trois m'ont donné de l'acier sans fusion précédente, que les mines en roche, et toutes les mines de fer en général, pourroient donner également de l'acier en les traitant comme j'ai traité les mines en grains. Dès lors il faut donc bannir de nos idées le préjugé si anciennement, si universellement reçu, que *la qualité du fer dépend de celle de la mine*. Rien n'est plus mal fondé que cette opinion; c'est au contraire uniquement de la conduite du feu et de la manipulation de la mine que dépend la bonne ou la mauvaise qualité de la fonte du fer et de l'acier. Il faut encore bannir un autre préjugé, c'est qu'*on ne peut avoir de l'acier qu'en le tirant du fer;* tandis qu'il est très-possible au contraire d'en tirer immédiatement de toutes sortes de mines. On rejettera donc en conséquence les idées de M. Yonge et de quelques autres chimistes qui ont imaginé qu'il y avoit des mines qui avoient la qualité particulière de pouvoir donner de l'acier à l'exclusion de toutes les autres.

Une troisième vérité que j'ai recueillie de mes expériences, c'est que toutes nos mines de fer en grains, telles que celles de Bourgogne, de Champagne, de Franche-Comté, de Lorraine, du Nivernois, de l'Angoumois, etc., c'est-à-dire presque toutes les mines dont on fait nos fers en France, ne contiennent point de soufre comme les mines en roche de Suède ou d'Allemagne, et que par conséquent elles n'ont pas besoin d'être grillées, ni traitées de la même manière. Le préjugé du soufre contenu en grande quantité dans les mines de fer nous est venu des métallurgistes du Nord, qui, ne connoissant que leurs mines en roche qu'on tire de la terre à de grandes profondeurs, comme nous tirons des pierres d'une carrière, ont imaginé que toutes les mines de fer étoient de la même nature, et contenoient, comme elles, une grande quantité de soufre; et, comme les expériences sur les mines de fer sont très-difficiles à faire, nos chimistes s'en sont rapportés aux métallurgistes du Nord, et ont écrit, comme eux, qu'il y avoit beaucoup de soufre dans nos mines de fer, tandis que toutes les mines en grains que je viens de citer n'en contiennent point du tout, ou si peu, qu'on n'en sent pas l'odeur, de quelque façon qu'on les brûle. Les mines en roche ou en pierre dont j'ai fait venir des échantillons de Suède et d'Allemagne, répandent au contraire une forte odeur de soufre lorsqu'on les fait griller, et en contiennent réellement une très-grande quantité, dont il faut les dépouiller avant de les mettre au fourneau pour les fondre.

Et de là suit une quatrième vérité tout aussi intéressante que les autres: c'est que nos mines en grains valent mieux que ces mines en roche tant vantées, et que si nous ne faisons pas du fer aussi bon ou meilleur que celui de Suède, c'est purement notre faute, et point du tout celle de nos mines, qui toutes nous donneroient des fers de la première qualité, si nous les traitions avec le même soin que prennent les étrangers pour arriver à ce but; il nous est même plus aisé de l'atteindre, nos mines ne demandent pas, à beaucoup près, autant de travaux que les leurs. Voyez dans Swedenborg le détail de ces travaux: la seule extraction de la plupart de ces mines en roche qu'il

faut aller arracher du sein de la terre, à 3 ou 400 pieds de profondeur, casser à coups de marteau, de masse et de levier, enlever ensuite par des machines jusqu'à la hauteur de terre, doit coûter beaucoup plus que le tirage de nos mines en grains, qui se fait, pour ainsi dire, à fleur de terrain, et sans autres instrumens que la pioche et la pelle. Ce premier avantage n'est pas encore le plus grand; car il faut reprendre ces quartiers, ces morceaux de pierres de fer, les porter sous les maillets d'un bocard pour les concasser, les broyer et les réduire au même état de division où nos mines en grains se trouvent naturellement; et comme cette mine concassée contient une grande quantité de soufre, elle ne produiroit que de très-mauvais fer si on ne prenoit pas la précaution de lui enlever la plus grande partie de ce soufre surabondant, avant de la jeter au fourneau. On la répand à cet effet sur des bûchers d'une vaste étendue, où elle se grille pendant quelques semaines. Cette consommation très-considérable de bois, jointe à la difficulté de l'extraction de la mine, rendroit la chose impraticable en France, à cause de la cherté des bois. Nos mines heureusement n'ont pas besoin d'être grillées, et il suffit de les laver pour les séparer de la terre avec laquelle elles sont mêlées; la plupart se trouvent à quelques pieds de profondeur : l'exploitation de nos mines se fait donc à beaucoup moins de frais, et cependant nous ne profitons pas de tous ces avantages, ou du moins nous n'en avons pas profité jusqu'ici, puisque les étrangers nous apportent leurs fers qui leur coûtent tant de peines, et que nous les achetons de préférence aux nôtres, sur la réputation qu'ils ont d'être de meilleure qualité.

Ceci tient à une cinquième vérité, qui est plus morale que physique : c'est qu'il est plus aisé, plus sûr, et plus profitable de faire, surtout en ce genre, de la mauvaise marchandise que de la bonne. Il est bien plus commode de suivre la routine qu'on trouve établie dans les forges, que de chercher à en perfectionner l'art. Pourquoi vouloir faire du bon fer? disent la plupart des maîtres de forge; on ne le vendra pas une pistole au dessus du fer commun, et il nous reviendra peut-être à trois ou quatre de plus, sans compter les risques et les frais des expériences et des essais, qui ne réussissent pas tous à beaucoup près. Malheureusement cela n'est que trop vrai; nous ne profiterons jamais de l'avantage naturel de nos mines, ni même de notre intelligence, qui vaut bien celle des étrangers, tant que le gouvernement ne donnera pas à cet objet plus d'attention, tant qu'on ne favorisera pas le petit nombre des manufactures où l'on fait de bon fer, et qu'on permettra l'entrée des fers étrangers. Il me semble que l'on peut démontrer avec la dernière évidence le tort que cela fait aux arts et à l'État; mais je m'écarterois trop de mon sujet si j'entrois ici dans cette discussion.

Tout ce que je puis assurer comme une sixième vérité, c'est qu'avec toutes sortes de mines on peut toujours obtenir du fer de même qualité. J'ai fait brûler et fondre successivement dans mon plus grand fourneau, qui a 23 pieds de hauteur, sept espèces de mines différentes, tirées à deux, trois et quatre lieues de distance les unes des autres, dans des terrains tous différens, les unes en grains plus gros que des pois, les autres en grains gros comme des chevrotines, plomb à lièvre, et les autres plus menues que le plus petit plomb à tirer; et de ces sept différentes espèces de mines dont j'ai fait fondre plusieurs centaines de milliers, j'ai toujours eu le même fer. Ce fer est bien connu, non seulement dans la province de Bourgogne, où sont situées mes forges, mais même à Paris, où s'en fait le principal débit, et il est regardé comme de très-bonne qualité. On seroit donc fondé à croire que j'ai toujours employé la même mine, qui, toujours traitée de la même façon, m'auroit constamment donné le même produit; tandis que, dans le vrai, j'ai usé de toutes les mines que j'ai pu découvrir, et que ce n'est qu'en vertu des précautions et des soins que j'ai pris de les traiter différemment, que je suis parvenu à en tirer un résultat semblable et un produit de même qualité. Voici les observations et les expériences que j'ai faites à ce sujet; elles seront utiles et même nécessaires à tous ceux qui voudront connoître la qualité des mines qu'ils emploient.

Nos mines de fer en grains ne se trouvent jamais pures dans le sein de la terre; toutes sont mélangées d'une certaine quantité de terre qui peut se délayer dans l'eau, et d'un sable plus ou moins fin, qui, dans de certaines mines, est de nature calcaire, dans d'autres de nature vitrifiable, et quelquefois mêlé de l'une et de l'autre; je n'ai pas vu qu'il y eût aucun autre mélange dans les sept espèces de mines que j'ai traitées et fondues avec un égal succès. Pour reconnoître la quantité de terre qui doit se délayer dans l'eau, et que l'on peut espérer

de séparer de la mine au lavage, il faut en peser une petite quantité dans l'état même où elle sort de la terre, la faire ensuite sécher, et mettre en compte le poids de l'eau qui se sera dissipée par le desséchement. On mettra cette terre séchée dans un vase que l'on remplira d'eau, et on la remuera; dès que l'eau sera jaune ou bourbeuse, on la versera dans un autre vase plat pour en faire évaporer l'eau par le moyen du feu; après l'évaporation, on mettra à part le résidu terreux. On réitérera cette même manipulation jusqu'à ce que la mine ne colore plus l'eau qu'on verse dessus; ce qui n'arrive jamais qu'après un grand nombre de lotions. Alors on réunit ensemble tous ces résidus terreux, et on les pèse pour reconnoître leur quantité relative à celle de la mine.

Cette première partie du mélange de la mine étant connue et son poids constaté, il restera les grains de mine et les sables que l'eau n'a pu délayer : si ces sables sont calcaires, il faudra les faire dissoudre à l'eau-forte, et on en reconnoîtra la quantité en les faisant précipiter après les avoir dissous; on les pèsera, et dès lors on saura au juste combien la mine contient de terre, de sable calcaire et de fer en grains. Par exemple, la mine dont je me suis servi pour la première expérience de ce mémoire contenoit par once 1 gros 1/2 de terre délayée par l'eau, 1 gros 55 grains de sable dissous par l'eau-forte, 3 gros 66 grains de mine de fer, et il y a eu 59 grains de perdus dans les lotions et dissolutions. C'est M. Daubenton, de l'Académie des Sciences, qui a bien voulu faire cette expérience à ma prière, et qui l'a faite avec toute l'exactitude qu'il apporte à tous les sujets qu'il traite.

Après cette épreuve, il faut examiner attentivement la mine dont on vient de séparer la terre et le sable calcaire, et tâcher de reconnoître, à la seule inspection, s'il ne se trouve pas encore, parmi les grains de fer, des particules d'autres matières que l'eau-forte n'auroit pu dissoudre, et qui par conséquent ne seroient pas calcaires. Dans celle dont je viens de parler, il n'y en avoit point du tout, et dès lors j'étois assuré que sur une quantité de 576 livres de cette mine, il y avoit 282 parties de mine de fer, 127 de matière calcaire, et le reste de terre qui peut se délayer à l'eau. Cette connoissance une fois acquise, il sera aisé d'en tirer les procédés qu'il faut suivre pour faire fondre la mine avec avantage et avec certitude d'en obtenir du bon fer, comme nous le dirons dans la suite.

Dans les six autres espèces de mines que j'ai employées, il s'en est trouvé quatre dont le sable n'étoit point dissoluble à l'eau-forte, et dont par conséquent la nature n'étoit pas calcaire, mais vitrifiable; et les deux autres, qui étoient à plus gros grains de fer que les cinq premières, contenoient des graviers calcaires en assez petite quantité, et de petits cailloux arrondis, qui étoient de la nature de la calcédoine, et qui ressembloient par la forme aux chrysalides des fourmis; les ouvriers employés à l'extraction et au lavage des mines les appeloient *œufs de fourmis*. Chacune de ces mines exige une suite de procédés différens pour les fondre avec avantage et pour en tirer du fer de même qualité.

Ces procédés, quoique assez simples, ne laissent pas d'exiger une grande attention; comme il s'agit de travailler sur des milliers de quintaux de mine, on est forcé de chercher tous les moyens et de prendre toutes les voies qui peuvent aller à l'économie : j'ai acquis sur cela de l'expérience à mes dépens, et je ne ferai pas mention des méthodes qui, quoique plus précises et meilleures que celles dont je vais parler, seroient trop dispendieuses pour pouvoir être mises en pratique. Comme je n'ai pas eu d'autre but dans mon travail que celui de l'utilité publique, j'ai tâché de réduire ces procédés à quelque chose d'assez simple pour pouvoir être entendu et exécuté par tous les maîtres de forges qui voudront faire du bon fer, mais néanmoins en les prévenant d'avance que ce bon fer leur coûtera plus que le fer commun qu'ils ont coutume de fabriquer, par la même raison que le pain blanc coûte plus que le pain bis; car il ne s'agit de même que de cribler, tirer et séparer le bon grain de toutes les matières hétérogènes dont il se trouve mélangé.

Je parlerai ailleurs de la recherche et de la découverte des mines : mais je suppose ici les mines toutes trouvées et tirées; je suppose aussi que par des épreuves semblables à celles que je viens d'indiquer on connoisse la nature des sables qui y sont mélangés. La première opération qu'il faut faire, c'est de les transporter aux lavoirs, qui doivent être d'une construction différente selon les différentes mines : celles qui sont en grains plus gros que les sables qu'elles contiennent doivent être lavées dans des lavoirs foncés de fer et percés de petits trous comme ceux qu'a proposés M. Robert, et qui sont très-bien imaginés; car ils servent en même temps de lavoirs et de cribles : l'eau emmène

avec elle toute la terre qu'elle peut délayer, et les sablons plus menus que les grains de la mine passent en même temps par les petits trous dont le fond du lavoir est percé; et dans le cas où les sablons sont aussi gros, mais moins durs que le grain de la mine, le râble de fer les écrase, et ils tombent avec l'eau au dessous du lavoir; la mine reste nette et assez pure pour qu'on la puisse fondre avec économie. Mais ces mines, dont les grains sont plus gros et plus durs que ceux des sables ou petits cailloux qui y sont mélangés, sont assez rares. Des sept espèces de mines que j'ai eu occasion de traiter, il ne s'en est trouvé qu'une qui fût dans le cas d'être lavée à ce lavoir, que j'ai fait exécuter et qui a bien réussi; cette mine est celle qui ne contenoit que du sable calcaire, qui communément est moins dur que le grain de la mine. J'ai néanmoins observé que les râbles de fer, en frottant contre le fond du lavoir, qui est aussi de fer, ne laissoient pas d'écraser une assez grande quantité de grains de mine, qui, dès lors, passoient avec le sable et tomboient en pure perte sous le lavoir; et je crois cette perte inévitable dans les lavoirs foncés de fer. D'ailleurs la quantité de castine que M. Robert étoit obligé de mêler à ses mines, et qu'il dit être d'un tiers de la mine, prouve qu'il restoit encore, après le lavage, une portion considérable de sablon vitrifiable, ou de terre vitrescible, dans ces mines ainsi lavées; car il n'auroit eu besoin que d'un sixième ou même d'un huitième de castine, si les mines eussent été plus épurées, c'est-à-dire plus dépouillées de la terre grasse ou du sable vitrifiable qu'elles contenoient.

Au reste, il n'étoit pas possible de se servir de ce même lavoir pour les autres six espèces de mines que j'ai eues à traiter; de ces six il y en avoit quatre qui se sont trouvées mêlées d'un sablon vitrescible aussi dur et même plus dur et en même temps plus gros ou aussi gros que les grains de la mine. Pour épurer ces quatre espèces de mines, je me suis servi de lavoirs ordinaires et foncés de bois plein, avec un courant d'eau plus rapide qu'à l'ordinaire : on les passoit neuf fois de suite à l'eau; et à mesure que le courant vif de l'eau emportoit la terre et le sablon le plus léger et le plus petit, on faisoit passer la mine dans des cribles de fil de fer assez serrés pour retenir tous les petits cailloux plus gros que les grains de la mine. En lavant ainsi neuf fois et criblant trois fois, on parvenoit à ne laisser dans ces mines qu'environ un cinquième ou un sixième de ces petits cailloux ou sablons vitrescibles, et c'étoient ceux qui, étant de la même grosseur que les grains de la mine, étoient aussi de la même pesanteur, en sorte qu'on ne pouvoit les séparer ni par le lavoir ni par le crible. Après cette première préparation, qui est tout ce qu'on peut faire par le moyen du lavoir et des cribles à l'eau, la mine étoit assez nette pour pouvoir être mise au fourneau; et comme elle étoit encore mélangée d'un cinquième ou d'un sixième de matières vitrescibles, on pouvoit la fondre avec un quart de castine ou matière calcaire, et en obtenir de très-bon fer en ménageant les charges, c'est-à-dire en mettant moins de mine que l'on n'en met ordinairement : mais comme alors on ne fond pas à profit, parce qu'on use une grande quantité de charbon, il faut encore tâcher d'épurer sa mine avant de la jeter au fourneau. On ne pourra guère en venir à bout qu'en la faisant vanner et cribler à l'air, comme l'on vanne et crible le blé. J'ai séparé par ces moyens encore plus d'une moitié de matières hétérogènes qui restoient dans mes mines; et, quoique cette dernière opération soit longue et même assez difficile à exécuter en grand, j'ai reconnu, par l'épargne du charbon, qu'elle étoit profitable : il en coûtoit vingt sous pour vanner et cribler quinze cents pesant de mine; mais on épargnoit au fourneau trente-cinq sous de charbon pour la fondre. Je crois donc que quand cette pratique sera connue on ne manquera pas de l'adopter. La seule difficulté qu'on y trouvera, c'est de faire sécher assez les mines pour les faire passer au crible et les vanner avantageusement. Il y a très-peu de matières qui retiennent l'humidité aussi long-temps que les mines de fer en grains[1]; une seule pluie les rend humides pour plus d'un mois. Il faut donc des hangars couverts pour les déposer; il faut les étendre par petites couches de trois ou quatre pouces d'épaisseur, les remuer, les exposer au soleil; en un mot, les sécher autant qu'il est possible; sans cela, le van ni le crible ne peuvent faire leur effet. Ce n'est

1. Pour reconnoître la quantité d'humidité qui réside dans la mine de fer, j'ai fait sécher, et, pour ainsi dire, griller dans un four très-chaud, trois cents livres de celle qui avoit été la mieux lavée, et qui s'étoit déjà séchée à l'air; et ayant pesé cette mine au sortir du four, elle ne pesoit plus que deux cent cinquante livres : ainsi la quantité de la matière humide ou volatile que la chaleur lui enlève est à très-peu près d'un sixième de son poids total, et je suis persuadé que si on la grilloit à un feu plus violent, elle perdroit encore plus.

qu'en été qu'on peut y travailler; et quand il s'agit de faire passer au crible quinze ou dix-huit cents milliers de mine que l'on brûle au fourneau dans cinq ou six mois, on sent bien que le temps doit toujours manquer, et il manque en effet; car je n'ai pu par chaque été faire traiter ainsi qu'environ cinq ou six cents milliers : cependant, en augmentant l'espace des hangars, et en doublant les machines et les hommes, on en viendroit à bout; et l'économie qu'on trouveroit par la moindre consommation de charbon dédommageroit et au delà de tous ces frais.

On doit traiter de même les mines qui sont mélangées de graviers calcaires et de petits cailloux ou de sable vitrescible; en séparer le plus que l'on pourra de cette seconde matière, à laquelle la première sert de fondant, et que, par cette raison, il n'est pas nécessaire d'ôter, à moins qu'elle ne fût en trop grande quantité : j'en ai travaillé deux de cette espèce; elles sont plus fusibles que les autres, parce qu'elles contiennent une bonne quantité de castine, et qu'il ne leur en faut ajouter que peu ou même point du tout, dans le cas où il n'y auroit que peu ou point de matières vitrescibles.

Lorsque les mines de fer ne contiennent point de matières vitrescibles, et ne sont mélangées que de matières calcaires, il faut tâcher de reconnoître la proportion du fer et de la matière calcaire, en séparant les grains de mine un à un sur une petite quantité, ou en dissolvant à l'eau-forte les parties calcaires, comme je l'ai dit ci-devant. Lorsqu'on se sera assuré de cette proportion, on saura tout ce qui est nécessaire pour fondre ces mines avec succès. Par exemple, la mine qui a servi à la première expérience, et qui contenoit 1 gros 55 grains de sable calcaire, sur 3 gros 66 grains de fer en grains, et dont il s'étoit perdu 59 grains dans les lotions et la dissolution, étoit par conséquent mélangée d'environ un tiers de castine ou de matière calcaire, sur deux tiers de fer en grains. Cette mine porte donc naturellement sa castine; et on ne peut que gâter la fonte si on ajoute encore de la matière calcaire pour la fondre : il faut, au contraire, y mêler des matières vitrescibles, et choisir celles qui se fondent le plus aisément. En mettant un quinzième ou même un seizième de terre vitrescible, qu'on appelle *aubue*, j'ai fondu cette mine avec un grand succès, et elle m'a donné d'excellent fer, tandis qu'en la fondant avec une addition de castine, comme c'étoit l'usage dans le pays avant moi, elle ne produisoit qu'une mauvaise fonte qui cassoit par son propre poids sur les rouleaux en la conduisant à l'affinerie. Ainsi, toutes les fois qu'une mine de fer se trouve naturellement surchargée d'une grande quantité de matières calcaires, il faut, au lieu de castine, employer de l'aubue pour la fondre avec avantage. On doit préférer cette terre aubue à toutes les autres matières vitrescibles, parce qu'elle fond plus aisément que le caillou, le sable cristallin et les autres matières du genre vitrifiable qui pourroient faire le même effet, mais qui exigeroient plus de charbon pour se fondre. D'ailleurs cette terre aubue se trouve presque partout, et est la terre la plus commune de nos campagnes. En se fondant elle saisit les sablons, les pénètre, les ramollit, et les fait couler avec elle plus promptement que ne pourroit le faire le petit caillou ou le sable vitrescible, auxquels il faut beaucoup plus de feu pour les fondre.

On est dans l'erreur lorsqu'on croit que la mine de fer ne peut se fondre sans castine; on peut la fondre non seulement sans castine, mais même sans aubue et sans aucun autre fondant, lorsqu'elle est nette et pure : mais il est vrai qu'alors il se brûle une quantité assez considérable de mine qui tombe en mauvais laitier, et qui diminue le produit de la fonte. Il s'agit donc, pour fondre le plus avantageusement qu'il est possible, de trouver d'abord quel est le fondant qui convient à la mine, et ensuite dans quelle proportion il faut lui donner ce fondant pour qu'elle se convertisse entièrement en fonte de fer, et qu'elle ne brûle pas avant d'entrer en fusion. Si la mine est mêlée d'un tiers ou d'un quart de matières vitrescibles, et qu'il ne s'y trouve aucune matière calcaire, alors un demi-tiers ou un demi-quart de matières calcaires suffira pour la fondre; et si, au contraire, elle se trouve naturellement mélangée d'un tiers ou d'un quart de sables ou de graviers calcaires, un quinzième ou un dix-huitième d'aubue suffira pour la faire couler et la préserver de l'action subite du feu, qui ne manqueroit pas de la brûler en partie. On pèche presque partout par l'excès de castine qu'on met dans les fourneaux; il y a même des maîtres de cet art assez peu instruits pour mettre de la castine et de l'aubue tout ensemble ou séparément, suivant qu'ils imaginent que leur mine est trop froide ou trop chaude : tandis que, dans le réel, toutes les mines de fer,

du moins toutes les mines en grains, sont également fusibles, et ne diffèrent les unes des autres que par les matières dont elles sont mélangées, et pas du tout par leurs qualités intrinsèques, qui sont absolument les mêmes, et qui m'ont démontré que le fer, comme tout autre métal, est un dans la nature.

On reconnoîtra par les laitiers si la proportion de la castine ou de l'aubue que l'on jette au fourneau pèche par excès ou par défaut : lorsque les laitiers sont trop légers, spongieux, et blancs, presque semblables à la pierre ponce, c'est une preuve certaine qu'il y a trop de matière calcaire; en diminuant la quantité de cette matière on verra le laitier prendre plus de solidité, et former un verre ordinairement de couleur verdâtre, qui file, s'étend, et coule lentement au sortir du fourneau. Si au contraire le laitier est trop visqueux, s'il ne coule que très-difficilement, s'il faut l'arracher du sommet de la dame, on peut être sûr qu'il n'y a pas assez de castine, ou peut-être pas assez de charbon proportionnellement à la mine; la consistance et même la couleur du laitier sont les indices les plus sûrs du bon ou du mauvais état du fourneau, et de la bonne ou mauvaise proportion des matières qu'on y jette : il faut que le laitier coule seul et forme un ruisseau lent sur la pente qui s'étend du sommet de la dame au terrain; il faut que sa couleur ne soit pas d'un rouge trop vif ou trop foncé, mais d'un rouge pâle et blanchâtre; et lorsqu'il est refroidi, on doit trouver un verre solide, transparent, et verdâtre, aussi pesant et même plus que le verre ordinaire. Rien ne prouve mieux le mauvais travail du fourneau, ou la disproportion des mélanges, que les laitiers trop légers, trop pesans, trop obscurs; et ceux dans lesquels on remarque plusieurs petits trous ronds, gros comme les grains de mine, ne sont pas des laitiers proprement dits, mais de la mine brûlée qui n'est pas fondue.

Il y a encore plusieurs attentions nécessaires et quelques précautions à prendre, pour fondre les mines de fer avec la plus grande économie. Je suis parvenu, après un grand nombre d'essais réitérés, à ne consommer que 1 livre 7 onces 1/2 ou tout au plus 1 livre 8 onces de charbon pour 1 livre de fonte; car, avec 2880 livres de charbon, lorsque mon fourneau est pleinement animé, j'obtiens constamment des gueuses de 1875, 1900, et 1950 livres, et je crois que c'est le plus haut point d'économie auquel on puisse arriver : car M. Robert, qui, de tous les maîtres de cet art, est peut-être celui qui, par le moyen de son lavoir, a le plus épuré ses mines, consommoit néanmoins 1 livre 10 onces de charbon pour chaque livre de fonte, et je doute que la qualité de ses fontes fût aussi parfaite que celle des miennes; mais cela dépend, comme je viens de le dire, d'un grand nombre d'observations et de précautions dont je vais indiquer les principales.

1° La cheminée du fourneau, depuis la cuve jusqu'au gueulard, doit être circulaire, et non pas à huit pans, comme étoit le fourneau de M. Robert, ou carrée comme le sont les cheminées de la plupart des fourneaux en France. Il est bien aisé de sentir que dans un carré la chaleur se perd dans les angles sans réagir sur la mine, et que par conséquent on brûle plus de charbon pour en fondre la même quantité.

2° L'ouverture du gueulard ne doit être que la moitié du diamètre de la largeur de la cuve du fourneau. J'ai fait des fondages avec de très-grands et de très-petits gueulards; par exemple, de 3 pieds 1/2 de diamètre, la cuve n'ayant que 5 pieds de diamètre, ce qui est à peu près la proportion des fourneaux de Suède; et j'ai vu que chaque livre de fonte consommoit près de 2 livres de charbon. Ensuite ayant rétréci la cheminée du fourneau, et laissant toujours à la cuve un diamètre de 5 pieds, j'ai réduit le gueulard à 2 pieds de diamètre; et, dans ce fondage, j'ai consommé 1 livre 13 onces de charbon pour chaque livre de fonte. La proportion qui m'a le mieux réussi, et à laquelle je me suis tenu, est celle de 2 pieds 1/2 de diamètre au gueulard, sur 5 pieds à la cuve, la cheminée formant un cône droit, portant sur des gueuses circulaires depuis la cuve au gueulard, le tout construit avec des briques capables de résister au plus grand feu. Je donnerai ailleurs la composition de ces briques, et les détails de la construction du fourneau, qui est toute différente de ce qui s'est pratiqué jusqu'ici, surtout pour la partie qu'on appelle *l'ouvrage dans le fourneau.*

3° La manière de charger le fourneau ne laisse pas d'influer beaucoup plus qu'on ne croit sur le produit de la fusion. Au lieu de charger, comme c'est l'usage, toujours du côté de la rustine, et de laisser couler la mine en pente, de manière que ce côté de rustine est constamment plus chargé que les autres, il faut la placer au milieu du gueulard, l'élever en cône obtus, et ne jamais

interrompre le cours de la flamme, qui doit toujours envelopper le tas de mine tout autour, et donner constamment le même degré de feu. Par exemple, je fais charger communément six paniers de charbon de 40 livres chacun, sur huit mesures de mine de 55 livres chacune, et je fais couler à douze charges; j'obtiens communément 1925 livres de fonte de la meilleure qualité. On commence, comme partout ailleurs, à mettre le charbon; j'observe seulement de ne me servir au fourneau que de charbon de bois de chêne, et je laisse pour les affineries le charbon des bois plus doux. On jette d'abord cinq paniers de ce gros charbon de bois de chêne, et le dernier panier, qu'on impose sur les cinq autres, doit être d'un charbon plus menu, que l'on entasse et brise avec un râble, pour qu'il remplisse exactement les vides que laissent entre eux les gros charbons. Cette précaution est nécessaire pour que la mine, dont les grains sont très-menus, ne perce pas trop vite, et n'arrive pas trop tôt au bas du fourneau. C'est aussi par la même raison qu'avant d'imposer la mine sur ce dernier charbon, qui doit être non pas à fleur du gueulard, mais à deux pouces au dessous, il faut, suivant la nature de la mine, répandre une portion de la castine ou de l'aubue, nécessaire à la fusion, sur la surface du charbon : cette couche de matière soutient la mine et l'empêche de percer. Ensuite on impose au milieu de l'ouverture une mesure de mine qui doit être mouillée, non pas assez pour tenir à la main, mais assez pour que les grains aient entre eux quelque adhérence et fassent quelques petites pelotes. Sur cette première mesure de mine on en met une seconde, et on relève le tout en cône, de manière que la flamme l'enveloppe en entier; et s'il y a quelques points dans cette circonférence où la flamme ne perce pas, on enfonce un petit ringard pour lui donner jour, afin d'en entretenir l'égalité tout autour de la mine. Quelques minutes après, lorsque le cône de mine est affaissé de moitié ou des deux tiers, on impose de la même façon une troisième et une quatrième mesure qu'on relève de même, et ainsi de suite jusqu'à la huitième mesure. On emploie quinze ou vingt minutes à charger successivement la mine; cette manière est meilleure et bien plus profitable que la façon ordinaire qui est en usage, par laquelle on se presse de jeter, et toujours du même côté, la mine tout ensemble en moins de 3 ou 4 minutes.

4° La conduite du vent contribue beaucoup à l'augmentation du produit de la mine et de l'épargne du charbon. Il faut, dans le commencement du fondage, donner le moindre vent qu'il est possible, c'est-à-dire à peu près six coups de soufflet par minute, et augmenter peu à peu le mouvement pendant les quinze premiers jours, au bout desquels on peut aller jusqu'à onze et même jusqu'à douze coups de soufflet par minute; mais il faut encore que la grandeur des soufflets soit proportionnée à la capacité du fourneau, et que l'orifice de la tuyère soit placé d'un tiers plus près de la rustine que de la tympe, afin que le vent ne se porte pas trop du côté de l'ouverture qui donne passage au laitier. Le buses des soufflets doivent être posées à 6 ou 7 pouces en dedans de la tuyère, et le milieu du creuset doit se trouver à l'aplomb du centre du gueulard; de cette manière le vent circule à peu près également dans toute la cavité du fourneau, et la mine descend, pour ainsi dire, à plomb, et ne s'attache que très-rarement et en petite quantité aux parois du fourneau : dès lors il s'en brûle très-peu, et l'on évite les embarras qui se forment souvent par cette mine attachée, et les bouillonnemens qui arrivent dans le creuset lorsqu'elle vient à se détacher et y tomber en masse. Mais je renvoie les détails de la construction et de la conduite des fourneaux à un autre mémoire, parce que ce sujet exige une très-longue discussion. Je pense que j'en ai dit assez pour que les maîtres de forges puissent m'entendre, et changer ou perfectionner leurs méthodes d'après la mienne. J'ajouterai seulement que par les moyens que je viens d'indiquer, et en ne pressant pas le feu, en ne cherchant point à accélerer les coulées, en n'augmentant de mine qu'avec précaution, en se tenant toujours au dessous de la quantité qu'on pourroit charger, on sera sûr d'avoir de très-bonne fonte grise, dont on tirera d'excellent fer, et qui sera toujours de même qualité, de quelque mine qu'il provienne. Je puis l'assurer de toutes les mines en grains, puisque j'ai sur cela l'expérience la plus constante et les faits les plus réitérés. Mes fers, depuis cinq ans, n'ont jamais varié pour la qualité, et néanmoins j'ai employé sept espèces de mines différentes : mais je n'ai garde d'assurer de même que les mines de fer en roche donneroient, comme celles en grains, du fer de même qualité; car celles qui contiennent du cuivre ne peuvent guère produire que du fer aigre et cassant, de quelque manière qu'on voulût les traiter, parce qu'il est comme impossible de les pur-

ger de ce métal, dont le moindre mélange gâte beaucoup la qualité du fer. Celles qui contiennent des pyrites et beaucoup de soufre demanderoient à être traitées dans de petits fourneaux presque ouverts, ou à la manière des forges des Pyrénées : mais comme toutes les mines en grains, du moins toutes celles que j'ai eu occasion d'examiner (et j'en ai vu beaucoup, m'en étant procuré d'un grand nombre d'endroits), ne contiennent ni cuivre ni soufre, on sera certain d'avoir du très-bon fer, et de la même qualité, en suivant les procédés que je viens d'indiquer; et comme ces mines en grains sont, pour ainsi dire, les seules que l'on exploite en France, et qu'à l'exception des provinces du Dauphiné, de Bretagne, du Roussillon, du pays de Foix, etc., où l'on se sert des mines en roche, presque toutes nos autres provinces n'ont que des mines en grains, les procédés que je viens de donner pour le traitement de ces mines en grains seront plus généralement utiles au royaume que les manières particulières de traiter les mines en roche, dont d'ailleurs on peut s'instruire dans Swedenborg, et dans quelques autres auteurs.

Ces procédés, que tous les gens qui connoissent les forges peuvent entendre aisément, se réduisent à séparer d'abord, autant qu'il sera possible, toutes les matières étrangères qui se trouvent mêlées avec la mine; si l'on pouvoit en avoir le grain pur et sans aucun mélange, tous les fers, dans tous pays, seroient exactement de la même qualité : je me suis assuré, par un grand nombre d'essais, que toutes les mines en grains, ou plutôt que tous les grains des différentes mines, sont à très-peu près de la même substance. Le fer est un dans la nature, comme l'or et tous les autres métaux, et, dans les mines en grains, les différences qu'on y trouve ne viennent pas de la matière qui compose le grain, mais de celles qui se trouvent mêlées avec les grains, et que l'on n'en sépare pas avant de les faire fondre. La seule différence que j'ai observée entre les grains des différentes mines que j'ai fait tirer un à un pour faire mes essais, c'est que les plus petits sont ceux qui ont la plus grande pesanteur spécifique, et par conséquent ceux qui, sous le même volume, contiennent le plus de fer : il y a communément une petite cavité au centre de chaque grain; plus ils sont gros, plus ce vide est grand; ils n'augmentent pas comme le volume seulement, mais en bien plus grande proportion; en sorte que les plus gros grains sont à peu près comme les géodes ou pierres d'aigle, qui sont elles-mêmes de gros grains de mine de fer, dont la cavité intérieure est très-grande. Ainsi les mines en grains très-menus sont ordinairement les plus riches; j'en ai tiré jusqu'à 49 et 50 par 100 de fer en gueuse, et je suis persuadé que si je les avois épurées en entier, j'aurois obtenu plus de 60 par 100; car il y restoit environ un cinquième de sable vitrescible aussi gros et à peu près aussi pesant que le grain, et que je n'avois pu séparer; ce cinquième déduit sur 100, reste 80, dont ayant tiré 50, on auroit par conséquent obtenu 62 1/2. On demandera peut-être comment je pouvois m'assurer qu'il ne restoit qu'un cinquième de matières hétérogènes dans la mine, et comment il faut faire en général pour reconnoître cette quantité : cela n'est point du tout difficile; il suffit de peser exactement une demi-livre de la mine, la livrer ensuite à une petite personne attentive, once par once, et lui en faire trier tous les grains un à un; ils sont toujours très-reconnoissables par leur luisant métallique; et lorsqu'on les a tous triés, on pèse les grains d'un côté et les sablons de l'autre, pour reconnoître la proportion de leurs quantités.

Les métallurgistes qui ont parlé des mines de fer en roche disent qu'il y en a quelques-unes de si riches, qu'elles donnent 70 et même 75 et davantage de fer en gueuse par 100 : cela semble prouver que ces mines en roche sont en effet plus abondantes en fer que les mines en grains. Cependant j'ai quelque peine à le croire; et ayant consulté les Mémoires de feu M. Jars, qui a fait en Suède des observations exactes sur les mines, j'ai vu que, selon lui, les plus riches ne donnent que 50 pour 100 de fonte en gueuse. J'ai fait venir des échantillons de plusieurs mines de Suède, de celles des Pyrénées et de celles d'Allevard en Dauphiné, que M. le comte de Baral a bien voulu me procurer, en m'envoyant la note ci-jointe [1]; et les ayant comparées à la balance hydrostatique

1. « La terre d'Allevard est composée du bourg d'Allevard et de cinq paroisses, dans lesquelles il peut y avoir près de 6000 personnes toutes occupées, soit à l'exploitation des mines, soit à convertir les bois en charbon, et aux travaux des fourneaux, forges et martinets. La hauteur des montagnes est pleine de rameaux de mines de fer; et elles y sont si abondantes, qu'elles fournissent des mines à toute la province de Dauphiné. Les qualités en sont si fines et si pures, qu'elles ont toujours été absolument nécessaires pour la fabrique royale de canons de Saint-Gervais, d'où l'on vient les chercher à grands frais; ces mines sont toutes répandues dans le cœur des roches, où elles

avec nos mines en grains, elles se sont, à la vérité, trouvées plus pesantes : mais cette épreuve n'est pas concluante, à cause de la cavité qui se trouve dans chaque grain de nos mines, dont on ne peut pas estimer au juste, ni même à peu près, le rapport avec le volume total du grain. Et l'épreuve chimique que M. Sage a faite, à ma prière, d'un morceau de mine de fer cubique, semblable à celui de Sibérie, que mes tireurs de mine ont trouvé dans le territoire de Montbard, semble confirmer mon opinion, M. Sage n'en ayant tiré que 50 pour 100 [1]; cette mine est toute différente de nos mines en grains, le fer y étant contenu en masses de figure cubique, au lieu que tous nos grains sont toujours plus ou moins arrondis, et que, quand ils forment une masse, ils ne sont, pour ainsi dire, qu'agglutinés par un ciment terreux facile à diviser; au lieu que dans cette mine cubique, ainsi que dans toutes les autres vraies mines en roche, le fer est intimement uni avec les autres matières qui composent leur masse. J'aurois bien désiré faire l'épreuve en grand de cette mine cubique; mais on n'en a trouvé que quelques petits morceaux dispersés çà et là dans les fouilles des autres mines, et il m'a été impossible d'en rassembler assez pour en faire l'essai dans mes fourneaux.

Les essais en grand des différentes mines de fer sont plus difficiles, et demandent plus d'attention qu'on ne l'imagineroit. Lorsqu'on veut fondre une nouvelle mine, et en comparer au juste le produit avec celui des mines dont on usoit précédemment, il faut prendre le temps où le fourneau est en plein exercice, et s'il consomme dix mesures de mine par charge, ne lui en donner que sept ou huit de la nouvelle mine : il m'est arrivé d'avoir fort embarrassé mon fourneau, faute d'avoir pris cette précaution, parce qu'une mine dont on n'a point encore usé peut exiger plus de charbon qu'une autre, ou plus ou moins de vent, plus ou moins de castine ; et, pour ne rien risquer, il faut commencer par une moindre quantité, et charger ainsi jusqu'à la première coulée. Le produit de cette première coulée est une fonte mélangée environ par moitié de la mine ancienne et de la nouvelle; et ce n'est qu'à la seconde, et quelquefois même à la troisième coulée, que l'on a sans mélange la fonte produite par la nouvelle mine. Si la fusion s'en fait avec succès, c'est-à-dire sans embarrasser le fourneau, et si les charges descendent promptement, on augmentera la quantité de mine par demi-mesure, non pas de charge en charge, mais seulement de coulée en coulée, jusqu'à ce qu'on parvienne au point d'en mettre la plus grande quantité qu'on puisse employer sans gâter sa fonte. C'est ici le point essentiel, et auquel tous les gens de cet art manquent par raison d'intérêt : comme ils ne cherchent qu'à faire la plus grande quantité de fonte sans trop se soucier de la qualité, qu'ils paient même leur fondeur au millier, et qu'ils en sont d'autant plus contens que cet ouvrier coule plus de fonte toutes les vingt-quatre heures, ils ont coutume de faire charger leur fourneau d'autant de mine qu'il peut en supporter sans s'obstruer; et par ce moyen, au lieu de 400 milliers de bonne fonte qu'ils feroient en quatre mois, ils en font, dans ce même espace de temps, 5 ou 600 milliers. Cette fonte, toujours très-cassante et très-blanche, ne peut produire que du fer très-médiocre ou mauvais; mais comme le débit en est plus assuré que celui du bon fer qu'on ne peut pas donner au même prix, et qu'il y a beaucoup plus à gagner, cette mauvaise pratique s'est introduite dans presque toutes les forges, et rien n'est plus rare que les fourneaux où l'on fait de bonnes fontes. On verra dans le mémoire suivant, où je rapporte les expériences que j'ai faites au sujet des canons de la marine, combien les bonnes fontes sont

forment des rameaux, et dans lesquelles elles se renouvellent par une végétation continuelle.

« Le fourneau est situé dans le centre des bois et des mines : c'est l'eau qui souffle le feu, et les courans d'eau sont immenses. Il n'y a par conséquent aucun soufflet; mais l'eau tombe dans des arbres creusés dans de grands tonneaux, y attire une quantité d'air immense, qui va par un conduit souffler le fourneau; l'eau, plus pesante, s'enfuit par d'autres conduits. »

1. Cette mine est brune, fait feu avec le briquet, et est minéralisée par l'acide marin : on remarque dans sa fracture de petits points brillans de pyrites martiales; dans les fentes, on trouve des cubes de fer de deux lignes de diamètre, dont les surfaces sont striées ; les stries sont opposées suivant les faces. Ce caractère se remarque dans les mines de fer de Sibérie : cette mine est absolument semblable à celles de ce pays par la couleur, la configuration des cristaux et les minéralisations; elle en diffère en ce qu'elle ne contient point d'or.

Par la distillation au fourneau de réverbère j'ai retiré de 600 grains de cette mine vingt gouttes d'eau insipide et très-claire : j'avois enduit d'huile de tartre par défaillance le récipient, que j'avois adapté à la cornue; la distillation finie, je l'ai trouvé obscurci par des cristaux cubiques de sel fébrifuge de Sylvius.

Le résidu de la distillation étoit d'un rouge pourpre et avoit diminué de 10 livres par quintal.

J'ai retiré de cette mine 52 livres de fer par quintal; il étoit très-ductile.

rares, puisque celle même dont on se sert pour les canons n'est pas, à beaucoup près, d'une aussi bonne qualité qu'on pourroit et qu'on devroit la faire.

Il en coûte à peu près un quart de plus pour faire de la bonne fonte, que pour en faire de la mauvaise : ce quart, que, dans la plupart de nos provinces, on peut évaluer à 10 francs par millier, produit une différence de 15 francs sur chaque millier de fer ; et ce bénéfice, qu'on ne fait qu'en trompant le public, c'est-à-dire en lui donnant de la mauvaise marchandise au lieu de lui en fournir de la bonne, se trouve encore augmenté de près du double par la facilité avec laquelle ces mauvaises fontes coulent à l'affinerie ; elles demandent beaucoup moins de charbon, et encore moins de travail pour être converties en fer, de sorte qu'entre la fabrication du bon fer et du mauvais fer, il se trouve nécessairement, et tout au moins, une différence de 25 francs ; et néanmoins dans le commerce, tel qu'il est aujourd'hui et depuis plusieurs années, on ne peut espérer de vendre le bon fer que 10 francs tout au plus au dessus du mauvais ; il n'y a donc que les gens qui veulent bien, pour l'honneur de leur manufacture, perdre 15 fr. par millier de fer, c'est-à-dire environ 2000 écus par an, qui fassent de bon fer. Perdre, c'est-à-dire gagner moins ; car, avec de l'intelligence et en se donnant beaucoup de peine, on peut encore trouver quelque bénéfice en faisant du bon fer ; mais ce bénéfice est si médiocre, en comparaison du gain qu'on fait sur le fer commun, qu'on doit être étonné qu'il y ait encore quelques manufactures qui donnent du bon fer. En attendant qu'on réforme cet abus, suivons toujours notre objet ; si l'on n'écoute pas ma voix aujourd'hui, quelque jour on y obéira en consultant mes écrits, et l'on sera fâché d'avoir attendu si long-temps à faire un bien qu'on pourroit faire dès demain, en proscrivant l'entrée des fers étrangers dans le royaume, ou en diminuant les droits de la marque des fers.

Si l'on veut donc avoir, je ne dis pas de la fonte parfaite et telle qu'il la faudroit pour les canons de marine, mais seulement de la fonte assez bonne pour faire du fer liant, moitié nerf et moitié grain, du fer, en un mot, aussi bon et meilleur que les fers étrangers, on y parviendra très-aisément par les procédés que je viens d'indiquer. On a vu dans le quatrième mémoire, où j'ai traité de la ténacité du fer, combien il y a de différence pour la force et pour la durée entre le bon et le mauvais fer ; mais je me borne, dans celui-ci, à ce qui a rapport à la fusion des mines et à leur produit en fonte. Pour m'assurer de leur qualité, et reconnoître en même temps si elle ne varie pas, mes garde-fourneaux ne manquent jamais de faire un petit enfoncement horizontal d'environ trois pouces de profondeur à l'extrémité antérieure du moule de la gueuse ; on casse le petit morceau lorsqu'on la sort du moule, et on l'enveloppe d'un morceau de papier portant le même numéro que celui de la gueuse. J'ai de chacun de mes fondages deux ou trois cents de ces morceaux numérotés, par lesquels je connois non seulement le grain et la couleur de mes fontes, mais aussi la différence de leur pesanteur spécifique ; et par là je suis en état de prononcer d'avance sur la qualité du fer que chaque gueuse produira ; car, quoique la mine soit la même et qu'on suive les mêmes procédés au fourneau, le changement de la température de l'air, le haussement ou le baissement des eaux, le jeu des soufflets plus ou moins soutenu, les retardemens causés par les glaces ou par quelque accident aux roues, aux harnois ou à la tuyère et au creuset du fourneau, rendent la fonte assez différente d'elle-même pour qu'on soit forcé d'en faire un choix, si l'on veut avoir du fer toujours de même qualité. En général, il faut, pour qu'il soit de cette bonne qualité, que la couleur de la fonte soit d'un gris un peu brun, que le grain en soit presque aussi fin que celui de l'acier commun, que le poids spécifique soit d'environ 504 ou 505 livres par pied cube, et qu'en même temps elle soit d'une si grande résistance qu'on ne puisse casser les gueuses avec la masse.

Tout le monde sait que quand on commence un fondage, on ne met d'abord qu'une petite quantité de mine, un sixième, un cinquième, et tout au plus un quart de la quantité qu'on mettra dans la suite, et qu'on augmente peu à peu cette première quantité pendant les premiers jours, parce qu'il en faut au moins quinze pour que le fond du fourneau soit échauffé. On donne aussi assez peu de vent dans ces commencemens, pour ne pas détruire le creuset et les étalages du fourneau en leur faisant subir une chaleur trop vive et trop subite. Il ne faut pas compter sur la qualité des fontes que l'on tire pendant ces premiers quinze ou vingt jours ; comme le fourneau n'est pas encore réglé, le produit en varie suivant les différentes circonstances : mais lorsque le

fourneau a acquis le degré de chaleur suffisant, il faut bien examiner la fonte, et s'en tenir à la quantité de mine qui donne la meilleure; une mesure sur dix suffit souvent pour en changer la qualité. Ainsi l'on doit toujours se tenir au dessous de ce que l'on pourroit fondre avec la même quantité de charbon, qui ne doit jamais varier si l'on conduit bien son fourneau. Mais je réserve les détails de cette conduite du fourneau, et tout ce qui regarde sa forme et sa construction, pour l'article où je traiterai du fer en particulier, dans l'histoire des minéraux, et je me bornerai ici aux choses les plus générales et les plus essentielles de la fusion des mines.

Le fer étant, comme je l'ai dit, toujours de même nature dans toutes les mines en grains, on sera donc sûr, en les nettoyant et en les traitant comme je viens de le dire, d'avoir toujours de la fonte d'une bonne et même qualité; on le reconnoîtra non seulement à la couleur, à la finesse du grain, à la pesanteur spécifique, mais encore à la ténacité de la matière : la mauvaise fonte est très-cassante ; et, si l'on veut en faire des plaques minces et des côtés de cheminée, le seul coup de l'air les fait fendre au moment que ces pièces commencent à se refroidir, au lieu que la bonne fonte ne casse jamais, quelque mince qu'elle soit. On peut même reconnoître au son la bonne ou la mauvaise qualité de la fonte : celle qui sonne le mieux est toujours la plus mauvaise; et, lorsqu'on veut en faire des cloches, il faut, pour qu'elles résistent à la percussion du battant, leur donner plus d'épaisseur qu'aux cloches de bronze, et choisir de préférence une mauvaise fonte, car la bonne sonneroit mal.

Au reste, la fonte de fer n'est point encore un métal; ce n'est qu'une matière mêlée de fer et de verre, qui est bonne ou mauvaise, suivant la quantité dominante de l'un ou de l'autre. Dans toutes les fontes noires, brunes et grises, dont le grain est fin et serré, il y a beaucoup plus de fer que de verre ou d'autre matière hétérogène. Dans toutes les fontes blanches, où l'on voit plutôt des lames et des écailles que des grains, le verre est peut-être plus abondant que le fer; c'est par cette raison qu'elles sont plus légères et très-cassantes : le fer qui en provient conserve les mêmes qualités. On peut, à la vérité, corriger un peu cette mauvaise qualité de la fonte par la manière de la traiter à l'affinerie; mais l'art du marteleur est, comme celui du fondeur, un pauvre petit métier, dont il n'y a que les maîtres de forges ignorans qui soient dupes. Jamais la mauvaise fonte ne peut produire d'aussi bon fer que la bonne; jamais le marteleur ne peut réparer pleinement ce que le fondeur a gâté.

Cette manière de fondre la mine de fer et de la faire couler en gueuses, c'est-à-dire en gros lingots de fonte, quoique la plus générale, n'est peut-être pas la meilleure ni la moins dispendieuse: on a vu par le résultat des expériences que j'ai citées dans ce mémoire, qu'on peut faire d'excellent fer, et même de très-bon acier, sans les faire passer par l'état de la fonte. Dans nos provinces voisines des Pyrénées, en Espagne, en Italie, en Styrie et dans quelques autres endroits, on tire immédiatement le fer de la mine sans le faire couler en fonte. On fond ou plutôt on ramollit la mine sans fondant, c'est-à-dire sans castine, dans de petits fourneaux dont je parlerai dans la suite, et on en tire des loupes ou des masses de fer déjà pur, qui n'a point passé par l'état de la fonte, qui s'est formé par une demi-fusion, par une espèce de coagulation de toutes les parties ferrugineuses de la mine. Ce fer fait par coagulation est certainement le meilleur de tous : on pourroit l'appeler *fer à 24 karats :* car, au sortir du fourneau, il est déjà presque aussi pur que celui de la fonte qu'on a purifiée par deux chaudes au feu de l'affinerie. Je crois donc cette pratique excellente; je suis même persuadé que c'est la seule manière de tirer immédiatement de l'acier de toutes les mines, comme je l'ai fait dans mes fourneaux de 14 pieds de hauteur. Mais n'ayant fait exécuter que l'été dernier 1772 les petits fourneaux des Pyrénées, d'après un Mémoire envoyé à l'Académie des Sciences, j'y ai trouvé des difficultés qui m'ont arrêté, et me forcent à renvoyer à un autre mémoire tout ce qui a rapport à cette manière de fondre les mines de fer.

DIXIÈME MÉMOIRE.

Observations et expériences faites dans la vue d'améliorer les canons de la marine.

Les canons de la marine sont de fonte de fer, en France comme en Angleterre, en Hollande et partout ailleurs. Deux motifs ont pu donner également naissance à cet usage. Le premier est celui de l'économie: un canon de fer coulé coûte beaucoup moins qu'un canon de fer battu, et encore beaucoup moins qu'un canon de bronze; et cela seul a peut-être suffi pour les faire préférer, d'autant que le second motif vient à l'appui du premier. On prétend, et je suis très-porté à le croire, que les canons de bronze, dont quelques-uns de nos vaisseaux de parade sont armés, rendent dans l'instant de l'explosion un son si violent, qu'il en résulte dans l'oreille de tous les habitans du vaisseau un tintement assourdissant qui leur feroit perdre en peu de temps le sens de l'ouïe. On assure, d'autre côté, que les canons de fer battu, sur lesquels on pourroit, par l'épargne de la matière, regagner une partie des frais de la fabrication, ne doivent point être employés sur les vaisseaux, par cette raison même de leur légèreté qui paroîtroit devoir les faire préférer; l'explosion les fait sauter dans les sabords, où l'on ne peut, dit-on, les retenir invinciblement, ni même assez pour les diriger à coup sûr. Si cet inconvénient n'est pas réel, ou si l'on pouvoit y parer, nul doute que les canons de fer forgé ne dussent être préférés à ceux de fer coulé : ils auroient moitié plus de légèreté et plus du double de résistance. Le maréchal de Vauban en avoit fait fabriquer de très-beaux dont il restoit encore, ces années dernières, quelques tronçons à la manufacture de Charleville [1]. Le travail n'en seroit pas plus difficile que celui des ancres; et une manufacture aussi bien montée pour cet

[1] Une personne très-versée dans la connoissance de l'art des forges m'a donné la note suivante :

« Il me paroît que l'on peut faire des canons de fer battu, qui seroient beaucoup plus sûrs et plus légers que les canons de fer coulé, et voici les proportions sur lesquelles il faudroit en tenter les expériences :

« Les canons de fer battu, de 4 livres de balles, auront 7 pouces 1/2 d'épaisseur à leur plus grand diamètre;

« Ceux de 8, 10 pouces;

« Ceux de 12, 1 pied;

« Ceux de 24 livres, 14 pouces;

« Ceux de 36 livres, 16 pouces 1/2.

« Ces proportions sont plutôt trop fortes que trop foibles : peut-être pourra-t-on les réduire à 6 pouces 1/2 pour les canons de 4; ceux de 8 livres, à 8 pouces 1/2; ceux de 12 livres, à 9 pouces 1/2; ceux de 24, à 12 pouces; et ceux de 36, à 14 pouces.

« Les longueurs pour les canons de 4 seront de 5 pieds 1/2; ceux de 8, de 7 pieds de longueur; ceux de 12 livres, 7 pieds 9 pouces de longueur; ceux de 24, 8 pieds 9 pouces; ceux de 36, 9 pieds 2 pouces de longueur.

« L'on pourroit même diminuer ces proportions de longueur assez considérablement sans que le service en souffrît, c'est-à-dire faire les canons de 4 de 5 pieds de longueur seulement; ceux de 8 livres, de 6 pieds 8 pouces de longueur; ceux de 12 livres, à 7 pieds de longueur; ceux de 24, à 7 pieds 10 pouces; et ceux de 36, à 8 pieds, et peut-être même encore au dessous.

« Or il ne paroît pas bien difficile, 1° de faire des canons de 4 livres qui n'auroient que 5 pieds de longueur sur 6 pouces 1/2 d'épaisseur dans leur plus grand diamètre; il suffiroit pour cela de souder ensemble quatre barres de 3 pouces forts en carré, et d'en former un cylindre massif de 6 pouces 1/2 de diamètre sur 5 pieds de longueur; et comme cela ne seroit pas praticable dans les chaufferies ordinaires, ou du moins que cela deviendroit très-difficile, il faudroit établir des fourneaux de réverbère, où l'on pourroit chauffer ces barres dans toute leur longueur pour les souder ensuite ensemble, sans être obligé de les remettre plusieurs fois au feu. Ce cylindre une fois formé, il sera facile de le forer et tourner; car le fer battu obéit bien plus aisément au foret que le fer coulé.

« Pour les canons de 8 livres qui ont 6 pieds 8 pouces de longueur sur 8 pouces 1/2 d'épaisseur, il faudroit souder ensemble neuf barres de 3 pouces foibles en carré chacune, en les faisant toutes chauffer ensemble au même fourneau de réverbère, pour en faire un cylindre plein de 8 pouces 1/2 de diamètre.

« Pour les canons de 12 livres de balles qui doivent avoir 10 pouces 1/2 d'épaisseur, on pourra les faire avec neuf barres de 3 pouces 1/2 carrées, que l'on soudera toutes ensemble par les mêmes moyens.

« Et pour les canons de 24, avec seize barres de 3 pouces en carré.

« Comme l'exécution de cette espèce d'ouvrage

objet que l'est celle de M. de La Chaussade pour les ancres [1], pourroit être d'une très-grande utilité.

Quoi qu'il en soit, comme ce n'est pas l'état actuel des choses, nos observations ne porteront que sur les canons de fer coulé. On s'est beaucoup plaint dans ces derniers temps de leur peu de résistance : malgré la rigueur des épreuves, quelques-uns ont crevé sur nos vaisseaux ; accident terrible, et qui n'arrive jamais sans grand dommage et perte de plusieurs hommes. Le ministère, voulant remédier à ce mal, ou plutôt le prévenir pour la suite, informé que je faisois à mes forges des expériences sur la qualité de la fonte, me demanda mes conseils en 1768, et m'invita à travailler sur ce sujet important. Je m'y livrai avec zèle, et, de concert avec M. le vicomte de Morogues, homme très-éclairé, je donnai, dans ce temps et dans les deux années suivantes, quelques observations au ministre, avec les expériences faites et celles qui restoient à faire pour perfectionner les canons. J'en ignore aujourd'hui le résultat et le succès ; le ministre de la marine ayant changé, je n'ai plus entendu parler ni d'expériences ni de canons. Mais cela ne doit pas m'empêcher de donner, sans qu'on me le demande, les choses utiles que j'ai pu trouver en m'occupant pendant deux à trois ans de ce travail ; et c'est ce qui fera le sujet de ce mémoire, qui tient de si près à celui où j'ai traité de la fusion des mines de fer, qu'on peut l'en regarder comme une suite.

Les canons se fondent en situation perpendiculaire, dans des moules de plusieurs pieds de profondeur, la culasse au fond et la bouche en haut : comme il faut plusieurs milliers de matière en fusion pour faire un gros canon plein et chargé de la masse qui doit le comprimer à sa partie supérieure, on étoit dans le préjugé qu'il falloit deux et même trois fourneaux pour fondre du gros canon. Comme les plus fortes guëuses que l'on coule dans les plus grands fourneaux ne sont que de 2500 ou tout au plus 3000 livres, et que la matière en fusion ne séjourne jamais que douze ou quinze heures dans le creuset du fourneau, on imaginoit que le double ou le triple de cette quantité de matière en fusion, qu'on seroit obligé de laisser pendant trente-six ou quarante heures dans le creuset avant de la couler, non seulement pouvoit détruire le creuset, mais même le fourneau, par son bouillonnement et son explosion ; au moyen de quoi on avoit pris le parti qui paroissoit le plus prudent, et on couloit les gros canons, en tirant en même temps ou successivement la fonte de deux ou trois fourneaux, placés de manière que les trois ruisseaux de fonte pouvoient arriver en même temps dans le moule.

Il ne faut pas beaucoup de réflexion pour sentir que cette pratique est mauvaise ; il est impossible que la fonte de chacun de ces fourneaux soit au même degré de chaleur, de pureté, de fluidité ; par conséquent le canon se trouve composé de deux ou trois matières différentes, en sorte que plusieurs de ses parties, et souvent un côté tout entier, se trouvent nécessairement d'une matière moins bonne et plus foible que le reste ; ce qui est le plus grand de tous les inconvéniens en fait de résistance, puisque l'effort de la poudre agissant également de tous côtés ne manque jamais de se faire jour par le plus foible. Je voulus donc essayer et voir en effet s'il y avoit quelque danger à tenir pendant plus de temps qu'on ne le fait ordinairement une plus grande quantité de matière en fusion : j'attendis pour cela que le creuset de mon fourneau, qui avoit dix-huit pouces de largeur sur 4 pieds de longueur et 18 pouces de hauteur, fût encore élargi par l'action du feu, comme cela arrive toujours vers la fin du fondage ; j'y laissai amasser de la fonte pendant trente-six heures ; il n'y eut ni explosion ni autre bouillonnement que ceux qui arrivent quelquefois quand il tombe des matières crues

devient beaucoup plus difficile pour les gros canons que pour les petits, il sera juste et nécessaire de les payer à proportion plus cher.

« Le prix du fer battu est ordinairement de deux tiers plus haut que celui du fer coulé. Si l'on paie 20 livres le quintal des canons de fer coulé, il faudra donc payer ceux-ci 60 livres le quintal ; mais comme ils seront beaucoup plus minces que ceux de fer coulé, je crois qu'il seroit possible de les faire fabriquer à 40 livres le quintal, et peut-être au dessous.

« Mais quand même ils coûteroient 40 livres, il y auroit encore beaucoup à gagner : 1° pour la sûreté du service, car ces canons ne creveroient pas ; ou s'ils venoient à crever, ils n'éclateroient jamais, et ne feroient que se fendre, ce qui ne causeroit aucun malheur.

« 2° Ils résisteroient beaucoup plus à la rouille, et dureroient pendant des siècles, ce qui est un avantage très-considérable.

« 3° Comme on les foreroit aisément, la direction de l'âme en seroit parfaite.

« 4° Comme la matière en est homogène partout, il n'y auroit jamais ni cavités ni chambres.

« 5° Enfin, comme ils seroient beaucoup plus légers, ils chargeroient beaucoup moins, tant sur mer que sur terre, et seroient plus aisés à manœuvrer. »

1. A Guérigny, près de Nevers.

dans le creuset : je fis couler après les trente-six heures, et l'on eut trois gueuses pesant ensemble 4600 livres d'une très-bonne fonte.

Par une seconde expérience, j'ai gardé la fonte pendant quarante-huit heures sans aucun inconvénient; ce long séjour ne fait que la purifier davantage, et par conséquent en diminuer le volume en augmentant la masse : comme la fonte contient une grande quantité de parties hétérogènes, dont les unes se brûlent, et les autres se convertissent en verre, l'un des plus grands moyens de la dépurer est de la laisser séjourner au fourneau.

M'étant donc bien assuré que le préjugé de la nécessité de deux ou trois fourneaux étoit très-mal fondé, je proposai de réduire à un seul les fourneaux de Ruelle en Angoumois [1], où l'on fond nos gros canons : ce conseil fut suivi et exécuté par ordre du ministre; on fondit sans inconvénient et avec tout succès, à un seul fourneau, des canons de vingt-quatre; et je ne sais si l'on n'a pas fondu depuis des canons de trente-six, car j'ai tout lieu de présumer qu'on réussiroit également. Ce premier point une fois obtenu, je cherchai s'il n'y avoit pas encore d'autres causes qui pouvoient contribuer à la fragilité de nos canons; j'en trouvai en effet qui y contribuent plus encore que l'inégalité de l'étoffe dont on les composoit en les coulant à deux ou trois fourneaux.

La première de ces causes est le mauvais usage qui s'est établi depuis plus de vingt ans, de faire tourner la surface extérieure des canons; ce qui les rend plus agréables à la vue. Il en est cependant du canon comme du soldat, il vaut mieux qu'il soit robuste qu'élégant; et ces canons tournés, polis et guillochés, ne devoient point en imposer aux yeux des braves officiers de notre marine; car il me semble qu on peut démontrer qu'ils sont non seulement beaucoup plus foibles, mais aussi d'une bien moindre durée. Pour peu qu'on soit versé dans la connoissance de la fusion des mines de fer, on aura remarqué en coulant des enclumes, des boulets, et à plus forte raison des canons, que la force centrifuge de la chaleur pousse à la circonférence la partie la plus massive et la plus pure de la fonte; il ne reste au centre que ce qu'il y a de plus mauvais, et souvent même il s'y forme une cavité : sur un nombre de boulets que l'on fera casser, on en trouvera plus de moitié qui auront une cavité dans le centre, et dans tous les autres une matière plus poreuse que le reste du boulet. On remarquera de plus qu'il y a plusieurs rayons qui tendent du centre à la circonférence, et que la matière est plus compacte et de meilleure qualité à mesure qu'elle est plus éloignée du centre. On observera encore que l'écorce du boulet, de l'enclume, ou du canon, est beaucoup plus dure que l'intérieur; cette dureté plus grande provient de la trempe que l'humidité du moule donne à l'extérieur de la pièce, et elle pénètre jusqu'à trois lignes d'épaisseur dans les petites pièces, et à une ligne et demie dans les grosses. C'est en quoi consiste la plus grande force du canon : car cette couche extérieure réunit les extrémités de tous les rayons divergens dont je viens de parler, qui sont les lignes par où se fera la rupture; elle sert de cuirasse au canon, et elle en est la partie la plus pure, et, par sa grande dureté, elle contient toutes les parties intérieures qui sont plus molles, et céderoient sans cela plus aisément à la force de l'explosion. Or que fait-on lorsque l'on tourne les canons? on commence par enlever au ciseau, poussé par le marteau, toute cette surface extérieure que les couteaux du tour ne pourroient entamer; on pénètre dans l'extérieur de la pièce jusqu'au point où elle se trouve assez douce pour se laisser

1. Voici l'extrait de cette proposition faite au ministre :

Comme les canons de gros calibre, tels que ceux de trente-six et de vingt-quatre, supposent un grand volume de fer en fusion, on se sert ordinairement de trois ou tout au moins de deux fourneaux pour les couler. La mine fondue dans chacun de ces fourneaux arrive dans le moule par autant de ruisseaux particuliers. Or cette pratique me paroît avoir les plus grands inconvéniens; car il est certain que chacun de ces fourneaux donne une fonte de différente espèce, en sorte que leur mélange ne peut se faire d'une manière intime, ni même en approcher. Pour le voir clairement, ne supposons que deux fourneaux, et que la fonte de l'un arrive à droite, et la fonte de l'autre arrive à gauche dans le moule du canon : il est certain que l'une de ces deux fontes étant ou plus pesante, ou plus légère, ou plus chaude, ou plus froide, etc., que l'autre, elles ne se mêleront pas, et que par conséquent l'un des côtés du canon sera plus dur que l'autre; que dès lors il résistera moins d'un côté que de l'autre, et qu'ayant le défaut d'être composé de deux matières différentes, le ressort de ces parties, ainsi que leur cohérence, ne sera pas égal, et que par conséquent ils résisteront moins que ceux qui seroient faits d'une matière homogène. Il n'est pas moins certain que si l'on veut forer ces canons, le foret, trouvant plus de résistance d'un côté que de l'autre, se détournera de la perpendiculaire du côté le plus tendre, et que la direction de l'intérieur du canon prendra de l'obliquité, etc. Il me paroît donc qu'il faudroit tâcher de fondre les canons de fer coulé avec un seul fourneau, et je crois la chose très-possible.

tourner, et on lui enlève en même temps, par cette opération, peut-être un quart de sa force.

Cette couche extérieure, que l'on a si grand tort d'enlever, est en même temps la cuirasse et la sauvegarde du canon; non seulement elle lui donne toute la force de résistance qu'il doit avoir, mais elle le défend encore de la rouille qui ronge en peu de temps ces canons tournés : on a beau les lustrer avec de l'huile, les peindre, ou les polir; comme la matière de la surface extérieure est aussi tendre que tout le reste, la rouille y mord avec mille fois plus d'avantage que sur ceux dont la surface est garantie par la trempe. Lorsque je fus donc convaincu, par mes propres observations, du préjudice que portoit à nos canons cette mauvaise pratique, je donnai au ministre mon avis motivé pour qu'elle fût proscrite; mais je ne crois pas qu'on ait suivi cet avis, parce qu'il s'est trouvé plusieurs personnes très-éclairées d'ailleurs, et nommément M. de Morogues, qui ont pensé différemment. Leur opinion, si contraire à la mienne, est fondée sur ce que la trempe rend le fer plus cassant, et dès lors ils regardent la couche extérieure comme la plus foible et la moins résistante de toutes les parties de la pièce, et concluent qu'on ne lui fait pas grand tort de l'enlever; ils ajoutent que, si l'on veut même remédier à ce tort, il n'y a qu'à donner aux canons quelques lignes d'épaisseur de plus.

J'avoue que je n'ai pu me rendre à ces raisons. Il faut distinguer dans la trempe, comme dans toute autre chose, plusieurs états et même plusieurs nuances. Le fer et l'acier chauffés à blanc et trempés subitement dans une eau très-froide deviennent très-cassans; trempés dans une eau moins froide, ils sont beaucoup moins cassans; et dans de l'eau chaude, la trempe ne leur donne aucune fragilité sensible. J'ai sur cela des expériences qui me paroissent décisives. Pendant l'été dernier 1772, j'ai fait tremper dans l'eau de la rivière, qui étoit assez chaude pour s'y baigner, toutes les barres de fer qu'on forgeoit à un des feux de ma forge ; et comparant ce fer avec celui qui n'étoit pas trempé, la différence du grain n'en étoit pas sensible, non plus que celle de leur résistance à la masse lorsqu'on les cassoit. Mais ce même fer travaillé de la même façon par les mêmes ouvriers, et trempé cet hiver dans l'eau de la même rivière qui étoit presque glacée partout, est non seulement devenu fragile, mais a perdu en même temps tout son nerf, en sorte qu'on auroit cru que ce n'étoit plus le même fer. Or la trempe qui se fait à la surface du canon n'est assurément pas une trempe à froid; elle n'est produite que par la petite humidité qui sort du moule déjà bien séché : il ne faut donc pas en raisonner comme d'une autre trempe à froid, ni en conclure qu'elle rend cette couche extérieure beaucoup plus cassante qu'elle ne le seroit sans cela. Je supprime plusieurs autres raisons que je pourrois alléguer, parce que la chose me paroît assez claire.

Un autre objet, et sur lequel il n'est pas aussi aisé de prononcer affirmativement, c'est la pratique où l'on est actuellement de couler les canons plein, pour les forer ensuite avec des machines difficiles à exécuter, et encore plus difficiles à conduire, au lieu de les couler creux comme on le faisoit autrefois; et dans ce temps nos canons crevoient moins qu'aujourd'hui. J'ai balancé les raisons pour et contre, et je vais les présenter ici. Pour couler un canon creux, il faut établir un noyau dans le moule, et le placer avec la plus grande précision, afin que le canon se trouve partout de l'épaisseur requise, et qu'un côté ne soit pas plus fort que l'autre : comme la matière en fusion tombe entre le noyau et le moule, elle a beaucoup moins de force centrifuge, et dès lors la qualité de la matière est moins inégale dans le canon coulé creux que dans le canon coulé plein ; mais aussi cette matière, par la raison même qu'elle est moins inégale, est au total moins bonne dans le canon creux, parce que les impuretés qu'elle contient s'y trouvent mêlées partout, au lieu que, dans le canon coulé plein, cette mauvaise matière reste au centre et se sépare ensuite du canon par l'opération des forets. Je penserois donc, par cette première raison, que les canons forés doivent être préférés aux canons à noyau. Si l'on pouvoit cependant couler ceux-ci avec assez de précision pour n'être pas obligé de toucher à la surface intérieure; si, lorsqu'on tire le noyau, cette surface se trouvoit assez unie, assez égale dans toutes ses directions pour n'avoir pas besoin d'être calibrée, et par conséquent en partie détruite par l'instrument d'acier, ils auroient un grand avantage sur les autres, parce que, dans ce cas, la surface intérieure se trouveroit trempée comme la surface extérieure, et dès lors la résistance de la pièce se trouveroit bien plus grande. Mais notre art ne va pas jusque là; on étoit obligé de ratisser à l'intérieur toutes les pièces coulées creux, afin de les ca-

librer : en les forant, on ne fait que la même chose, et on a l'avantage d'ôter toute la mauvaise matière qui se trouve autour du centre de la pièce coulée plein ; matière qui reste, au contraire, dispersée dans toute la masse de la pièce coulée creux.

D'ailleurs les canons coulés plein sont beaucoup moins sujets aux soufflures, aux chambres, aux gerçures ou fausses soudures, etc. Pour bien couler les canons à noyau et les rendre parfaits, il faudroit des évens, au lieu que les canons pleins n'en ont aucun besoin. Comme ils ne touchent à la terre ou au sable dont leur moule est composé que par la surface extérieure ; qu'il est rare, si ce moule est bien préparé, bien séché, qu'il s'en détache quelque chose ; que, pourvu qu'on ne fasse pas tomber la fonte trop précipitamment et qu'elle soit bien liquide, elle ne retient ni les bulles de l'air, ni celles des vapeurs qui s'exhalent à mesure que le moule se remplit dans toute sa capacité, il ne doit pas se trouver autant de ces défauts, à beaucoup près, dans cette matière coulée plein que dans celle où le noyau, rendant à l'intérieur son air et son humidité, ne peut guère manquer d'occasioner des soufflures et des chambres qui se formeront d'autant plus aisément que l'épaisseur de la matière est moindre, sa qualité moins bonne, et son refroidissement plus subit. Jusqu'ici tout semble donc concourir à donner la préférence à la pratique de couler les canons plein. Néanmoins, comme il faut une moindre quantité de matière pour les canons creux, qu'il est dès lors plus aisé de l'épurer au fourneau avant de la couler, que les frais des machines à forer sont immenses en comparaison de ceux des noyaux, on feroit bien d'essayer si, par le moyen des évens que je viens de proposer, on n'arriveroit pas au point de rendre les pièces coulées à noyau assez parfaites pour n'avoir pas à craindre les soufflures, et n'être pas obligé de leur enlever la trempe de leur surface intérieure : ils seroient alors d'une plus grande résistance que les autres, auxquels on peut d'ailleurs faire quelques reproches par les raisons que je vais exposer.

Plus la fonte du fer est épurée, plus elle est compacte, dure, et difficile à forer ; les meilleurs outils d'acier ne l'entament qu'avec peine, et l'ouvrage de la forerie va d'autant moins vite que la fonte est meilleure. Ceux qui ont introduit cette pratique ont donc, pour la commodité de leurs machines, altéré la nature de la matière [1] ; ils ont changé l'usage où l'on étoit de faire de la fonte dure, et n'ont fait couler que

1. Sur la fin de l'année 1762, M. Maritz fit couler aux fourneaux de La Nouée en Bretagne des gueuses avec les mines de La Ferrière et de Noyal ; il en examina la fonte, en dressa un procès-verbal, et sur les assurances qu'il donna aux entrepreneurs, que leur fer avoit toutes les qualités requises pour faire de bons canons, ils se déterminèrent à établir des mouleries, fonderies, décapiteries, centreries, foreries, et les tours nécessaires pour tourner extérieurement les pièces. Les entrepreneurs, après avoir formé leur établissement, ont mis les deux fourneaux en feu le 29 janvier 1765, et le 12 février suivant on commença à couler du canon de huit. M. Maritz, s'étant rendu à la forge le 21 mars, trouva que toutes ces pièces étoient *trop dures pour souffrir le forage*, et jugea à propos de changer la matière. On coula deux pièces de douze avec un nouveau mélange, et une autre pièce de douze avec un autre mélange, qui parurent *si durs sous la scie et au premier foret*, que M. Maritz jugea inutile de fondre avec ces mélanges de différentes mines, et fit un autre essai avec 11,550 livres de la mine de Noyal, 3390 livres de la mine de La Ferrière, et 3600 de la mine des environs, faisant en tout 18,540 livres, dont on coula, le 31 mars, une pièce de douze à trente charges basses. A la décapiterie, ainsi qu'en formant le support de la volée, M. Maritz jugea ce fer de bonne nature : mais *le forage de cette pièce fut difficile* ; ce qui porta M. Maritz à faire une autre expérience.

Le 1er et le 3 avril, il fit couler deux pièces de douze pour chacune desquelles on porta trente-quatre charges composées de 18,700 livres de mine de Noyal et de 2720 livres de mine des environs, en tout 21,420 livres. Ceci démontra à M. Maritz l'impossibilité qu'il y avoit de fondre avec de la mine de Noyal seule ; car même avec ce mélange, l'intérieur du fourneau s'embarrassa au point que le laitier ne couloit plus, et que les ouvriers avoient une peine incroyable à l'arracher du fond de l'ouvrage : d'ailleurs les deux pièces provenues de cette expérience *se trouvèrent si dures au forage*, et si profondément chambrées à 18 et 20 pouces de la volée, que quand même la mine de Noyal pourroit se fondre sans être alliée avec une espèce plus chaude, la fonte qui en proviendroit ne seroit cependant pas d'une nature *propre à couler des canons forables.*

Le 4 avril 1765, pour septième et dernière expérience, M. Maritz fit couler une neuvième pièce de douze en trente-six charges basses, et composées de 11,880 livres de mine de Noyal, de 7200 livres de mine de Phlemet, et de 2880 livres de mine des environs, en tout 21,960 livres de mine.

Après la coulée de cette dernière pièce, les ouvrages des fourneaux se trouvèrent si embarrassés, qu'on fut obligé de mettre hors, et M. Maritz congédia les fondeurs et mouleurs qu'il avoit fait venir des forges d'Angoumois.

Cette dernière pièce *se fora facilement*, en donnant une limaille de belle couleur ; mais, lors du forage, il se trouva des endroits *si tendres et si peu condensés*, qu'il parut plusieurs grelots de la grosseur d'une noisette, qui ouvrirent plusieurs chambres dans l'âme de la pièce.

Je n'ai rapporté les faits contenus dans cette note que pour prouver que les auteurs de la pratique du forage des canons n'ont cherché qu'à faire couler des fontes tendres, et qu'ils ont par

des fontes tendres, qu'ils ont appelées *douces*, pour qu'on en sentît moins la différence. Dès lors tous nos canons coulés plein ont été fondus de cette matière douce, c'est-à-dire d'une assez mauvaise fonte, et qui n'a pas, à beaucoup près, la pureté, la densité, la résistance qu'elle devroit avoir : j'en ai acquis la preuve la plus complète par les expériences que je vais rapporter.

Au commencement de l'année 1767, on m'envoya de la forge de La Nouée en Bretagne six tronçons de gros canons coulés plein, pesant ensemble 5,358 livres. L'été suivant, je les fis conduire à mes forges, et, en ayant cassé les tourillons, j'en trouvai la fonte d'un assez mauvais grain; ce que l'on ne pouvoit pas reconnoître sur les tranches de ces morceaux, parce qu'ils avoient été sciés avec de l'émeril ou quelque autre matière qui remplissoit les pores extérieurs. Ayant pesé cette fonte à la balance hydrostatique, je trouvai qu'elle étoit trop légère, qu'elle ne pesoit que 461 livres le pied cube, tandis que celle que l'on couloit alors à mon fourneau en pesoit 504, et que quand je la veux encore épurer elle pèse jusqu'à 520 livres le pied cube. Cette seule épreuve pouvoit me suffire pour juger de la qualité plus que médiocre de cette fonte; mais je ne m'en tins pas là. En 1770, sur la fin de l'été, je fis construire une chaufferie plus grande que mes chaufferies ordinaires, pour y faire fondre et convertir en fer ces tronçons de canons, et l'on en vint à bout à force de vent et de charbon. Je les fis couler en petites gueuses, et, après qu'elles furent refroidies, j'en examinai la couleur et le grain en les faisant casser à la masse. J'en trouvai, comme je m'y attendois, la couleur plus grise et le grain plus fin. La matière ne pouvoit manquer de s'épurer par cette seconde fusion : et en effet l'ayant portée à la balance hydrostatique, elle se trouva peser 469 livres le pied cube; ce qui cependant n'approche pas encore de la densité requise pour une bonne fonte.

Et en effet, ayant fait convertir en fer successivement, et par mes meilleurs ouvriers, toutes les petites gueuses refondues et provenant de ces tronçons de canons, nous n'obtînmes que du fer d'une qualité très-commune, sans aucun nerf, et d'un grain assez gros, aussi différent de celui de mes forges que le fer commun l'est du bon fer.

En 1770, on m'envoya de la forge de Ruelle en Angoumois, où l'on fond actuellement la plus grande partie de nos canons, des échantillons de la fonte dont on les coule. Cette fonte a la couleur grise, le grain assez fin, et pèse 495 livres le pied cube[1]. Réduite en fer battu et forgé avec soin, j'en ai trouvé le grain semblable à celui du fer commun, et ne prenant que peu ou point du nerf, quoique travaillé en petites verges et passé sous le cylindre; en sorte que cette fonte, quoique meilleure que celle qui m'est venue des forges de La Nouée, n'est pas encore de la bonne fonte. J'ignore si, depuis ce temps, l'on ne coule pas aux fourneaux de Ruelle des fontes meilleures et plus pesantes; je sais seulement que deux officiers de marine [2], très-habiles et zélés, y ont été envoyés successivement, et qu'ils sont tous deux fort en état de perfectionner l'art et de bien conduire les travaux de cette fonderie. Mais jusqu'à l'époque que je viens de citer, et qui est bien récente, je suis assuré que les fontes de nos canons coulés plein n'étoient que de médiocre qualité, qu'une pareille fonte n'a pas assez de résistance, et qu'en lui ôtant encore le lien qui la contient, c'est-à-dire en enlevant, par les couteaux du tour, la surface trempée, il y a tout à craindre du service de ces canons.

conséquent sacrifié la matière à la forme, en rejetant toutes les bonnes fontes que leurs forets ne pouvoient entamer aisément, tandis qu'il faut au contraire chercher la matière la plus compacte et la plus dure si l'on veut avoir des canons d'une bonne résistance.

1. Ces morceaux de fonte envoyés du fourneau de Ruelle étoient de forme cubique de trois pouces, foibles dans toutes leurs dimensions. Le premier, marqué *S*, pesoit dans l'air 7 livres 2 onces 4 gros 1/2, c'est-à-dire 916 gros 1/2. Le même morceau pesoit dans l'eau 6 livres 2 onc. 2 gros 1/2; donc le volume d'eau égal au volume de ce morceau de fonte pesoit 130 gros. L'eau dans laquelle il a été pesé pesoit elle-même 70 livres le pied cube. Or 130 gros : 70 livres :: 916 gros 1/2 : 493 3/13 livres, poids du pied cube de cette fonte. Le second morceau, marqué *P*, pesoit dans l'air 7 livres 4 onces 1 gros, c'est-à-dire 929 gros. Le même morceau pesoit dans l'eau 6 livres 3 onces 6 gros, c'est-à-dire 798 gros; donc le volume d'eau égal au volume de ce morceau de fonte pesoit 131 gros. Or 131 gros : 70 livres :: 929 gros : 496 54/131 livres, poids du pied cube de cette fonte. On observera que ces morceaux qu'on avoit voulu couler sur les dimensions d'un cube de 3 pouces étoient trop foibles : ils auroient dû contenir chacun 27 pouces cubiques; et par conséquent le pied cube du premier n'auroit pesé que 458 livres 4 onces; car 27 pouces : 1728 pouces :: 916 gros 1/2 : 458 livres 4 onces, et le pied cube du second n'auroit pesé que 464 livres 1/4, au lieu de 493 livres 3/13, et de 496 livres 54/131.

2. MM. de Souville et de Vialis.

On ne manquera pas de dire que ce sont ici des frayeurs paniques et mal fondées, qu'on ne se sert jamais que des canons qui ont subi l'épreuve, et qu'une pièce une fois éprouvée par une moitié de plus de charge ne doit ni ne peut crever à la charge ordinaire. A ceci je réponds que non seulement cela n'est pas certain, mais encore que le contraire est beaucoup plus probable. En général, l'épreuve des canons par la poudre est peut-être la plus mauvaise méthode que l'on pût employer pour s'assurer de leur résistance. Le canon ne peut subir le trop violent effort des épreuves qu'en y cédant, autant que la cohérence de la matière le permet, sans se rompre; et, comme il s'en faut bien que cette matière de la fonte soit à ressort parfait, les parties séparées par le trop grand effort ne peuvent se rapprocher ni se rétablir comme elles étoient d'abord. Cette cohésion des parties intégrantes de la fonte étant donc fort diminuée par le grand effort des épreuves, il n'est pas étonnant que le canon creve ensuite à la charge ordinaire; c'est un effet très-simple qui dérive d'une cause tout aussi simple. Si le premier coup d'épreuve écarte les parties d'une moitié ou d'un tiers de plus que le coup ordinaire, elles se rétabliront, se réuniront moins dans la même proportion; car, quoique leur cohérence n'ait pas été détruite, puisque la pièce a résisté, il n'en est pas moins vrai que cette cohérence n'est pas si grande qu'elle étoit auparavant, et qu'elle a diminué dans la même raison que diminue la force d'un ressort imparfait : dès lors un second ou un troisième coup d'épreuve fera éclater les pièces qui auront resisté au premier, et celles qui auront subi les trois épreuves sans se rompre ne sont guère plus sûres que les autres; après avoir subi trois fois le même mal, c'est-à-dire le trop grand écartement de leurs parties intégrantes, elles en sont nécessairement devenues bien plus foibles, et pourront par conséquent céder à l'effort de la charge ordinaire.

Un moyen bien plus sûr, bien simple, et mille fois moins coûteux, pour s'assurer de la résistance des canons, seroit d'en faire peser la fonte à la balance hydrostatique : en coulant le canon, l'on mettroit à part un morceau de la fonte; lorsqu'il seroit refroidi, on le pèseroit dans l'air et dans l'eau; et si la fonte ne pesoit pas au moins 520 livres le pied cube, on rebuteroit la pièce comme non recevable : l'on épargneroit la poudre, la peine des hommes, et on banniroit la crainte très-bien fondée de voir crever les pièces souvent après l'épreuve. Étant une fois sûr de la densité de la matière, on seroit également assuré de sa résistance; et si nos canons étoient faits avec de la fonte pesant 520 livres le pied cube, et qu'on ne s'avisât pas de les tourner ni de toucher à leur surface extérieure, j'ose assurer qu'ils résisteroient et dureroient autant qu'on doit se le promettre. J'avoue que, par ce moyen, peut-être trop simple pour être adopté, on ne peut pas savoir si la pièce est saine, s'il n'y a pas dans l'intérieur de la matière des défauts, des soufflures, des cavités; mais connoissant une fois la bonté de la fonte, il suffiroit, pour s'assurer du reste, de faire éprouver une seule fois, et à la charge ordinaire, les canons nouvellement fondus, et l'on seroit beaucoup plus sûr de leur résistance que de celle de ceux qui ont subi des épreuves violentes.

Plusieurs personnes ont donné des projets pour faire de meilleurs canons : les uns ont proposé de les doubler de cuivre, d'autres de fer battu, d'autres de souder ce fer battu avec la fonte. Tout cela peut être bon à certains égards; et dans un art dont l'objet est aussi important et la pratique aussi difficile, les efforts doivent être accueillis, et les moindres découvertes récompensées. Je ne ferai point ici d'observations sur les canons de M. Feutry, qui ne laissent pas de demander beaucoup d'art dans leur exécution; je ne parlerai pas non plus des autres tentatives, à l'exception de celle de M. de Souville, qui m'a paru la plus ingénieuse, et qu'il a bien voulu me communiquer par sa lettre datée d'Angoulême le 6 avril 1771, dont je donne ici l'extrait [1] : mais je dirai

1. « Les canons fabriqués avec des spirales ont opposé la plus grande résistance à la plus forte charge de poudre, et à la manière la plus dangereuse de les charger. Il ne manque à cette méthode, pour être bonne, que d'empêcher qu'il ne se forme des chambres dans ces bouches à feu; cet inconvénient, il est vrai, m'obligeroit à l'abandonner si je n'y parvenois; mais pourquoi ne pas le tenter? Beaucoup de personnes ont proposé de faire des canons avec des doublures ou des enveloppes de fer forgé; mais ces doublures et ces enveloppes ont toujours été un assemblage de barres inflexibles, que leur forme, leur position et leur roideur rendent inutiles. La spirale n'a pas les mêmes défauts; elle se prête à toutes les formes que prend la matière; elle s'affaisse avec elle dans le moule : son fer ne perd ni sa ductilité ni son ressort; dans la commotion du *tir*, l'effort est distribué sur toute son étendue. Elle enveloppe presque toute l'épaisseur du canon, et dès lors s'oppose à sa rupture avec une résistance de près de 30,000 livres de force. Si la fonte éprouve une plus grande dilatation que le fer, elle résiste avec toute cette force, si cette dilatation est moindre, la spirale ne

seulement que la soudure du cuivre avec le fer rend celui-ci beaucoup plus aigre; que quand on soude de la fonte avec elle-même par le moyen du soufre, on la change de nature, et que la ligne de jonction des deux parties soudées n'est plus de la fonte de fer, mais de la pyrite très-cassante; et qu'en général le soufre est un intermède qu'on ne doit jamais employer lorsqu'on veut souder du fer sans en altérer la qualité : je ne donne ceci que pour avis à ceux qui pourroient prendre cette voie comme la plus sûre et la plus aisée pour rendre le fer fusible et en faire de grosses pièces.

Si l'on conserve l'usage de forer les canons, et qu'on les coule de bonne fonte dure, il faudra en revenir aux machines à forer de M. le marquis de Montalembert, celles de M. Maritz n'étant bonnes que pour le bronze ou la fonte de fer tendre. M. de Montalembert est encore un des hommes de France qui entend le mieux cet art de la fonderie des canons, et j'ai toujours gémi que son zèle, éclairé de toutes les connoissances nécessaires en ce genre, n'ait abouti qu'au détriment de sa fortune. Comme je vis éloigné de lui, j'écris ce mémoire sans le lui communiquer : mais je serai plus flatté de son approbation que de celle de qui que ce soit; car je ne connois personne qui entende mieux ce dont il est ici question. Si l'on mettoit en masse, dans ce royaume, les trésors de lumière que l'on jette à l'écart, ou qu'on a l'air de dédaigner, nous serions bientôt la nation la plus florissante et le peuple le plus riche. Par exemple, il est le premier qui ait conseillé de reconnoître la résistance de la fonte par sa pesanteur spécifique : il a aussi cherché à perfectionner l'art de la moulerie en sable des canons de fonte de fer, et cet art est perdu depuis qu'on a imaginé de les tourner. Avec les moules en terre dont on se servoit auparavant, la surface des canons étoit toujours chargée d'aspérités et de rugosités; M. de Montalembert avoit trouvé le moyen de faire des moules en sable qui donnoient à la surface du canon tout le lisse et même le luisant qu'on pouvoit désirer. Ceux qui connoissent les arts en grand sentiront bien les difficultés qu'il a fallu surmonter pour en venir à bout, et les peines qu'il a fallu prendre pour former des ouvriers capables d'exécuter ces moules, auxquels ayant substitué le mauvais usage du tour, on a perdu un art excellent pour adopter une pratique funeste [1].

reçoit que le mouvement qui lui est communiqué. Ainsi, dans l'un et l'autre cas, l'effet est le même. L'assemblage des barres, au contraire, ne resiste que par les cercles qui les contiennent. Lorsqu'on en a revêtu l'âme des canons, on n'a pas augmenté la résistance de la fonte; sa tendance à se rompre a été la même; et lorsqu'on a enveloppé son épaisseur, les cercles n'ont pu soutenir également l'effort qui se partage sur tout le développement de la spirale. Les barres d'ailleurs s'opposent aux vibrations des cercles. La spirale que j'ai mise dans un canon de six, foré et éprouvé au calibre de douze, ne pesoit que 83 livres; elle avoit 2 pouces de largeur et 4 lignes d'épaisseur. La distance d'une hélice à l'autre étoit aussi de 2 pouces; elle étoit roulée à chaud sur un mandrin de fer. »

1. L'outil à langue de carpe perce la fonte de fer avec une vitesse presque double de celle de l'outil à cylindre. Il n'est point nécessaire, avec ce premier outil, de seringuer de l'eau dans la pièce, comme il est d'usage de le faire en employant le second, qui s'échauffe beaucoup par son frottement très-considérable. L'outil à cylindre seroit détrempé en peu de temps sans cette précaution : elle est même souvent insuffisante; dès que la fonte se trouve plus compacte et plus dure, cet outil ne peut la forer. La limaille sort naturellement avec l'outil à langue de carpe, tandis qu'avec l'outil à cylindre il faut employer continuellement un crochet pour la tirer; ce qui ne peut se faire assez exactement pour qu'il n'en reste pas entre l'outil et la pièce, ce qui la gêne et augmente encore son frottement.

Il faudroit s'attacher à perfectionner la moulerie. Cette opération est difficile, mais elle n'est pas impossible à quelqu'un d'intelligent. Plusieurs choses sont absolument nécessaires pour y réussir: 1° des mouleries plus étendues, pour pouvoir y placer plus de chantiers et y faire plus de moules à la fois, afin qu'ils puissent sécher plus lentement; 2° une grande fosse pour les recuire debout, ainsi que cela se pratique pour les canons de cuivre, afin d'éviter que le moule ne soit arqué, et par conséquent le canon; 3° un petit chariot à quatre roues fort basses avec des montans assez élevés pour y suspendre le moule recuit, et le transporter de la moulerie à la cuve du fourneau, comme on transporte un lustre; 4° un juste mélange d'une terre grasse et d'une terre sableuse, tel qu'il le faut pour qu'au recuit le moule ne se fende pas de mille et mille fentes qui rendent le canon défectueux, et surtout pour que cette terre, avec cette qualité de ne pas se fendre, puisse conserver l'avantage de *s'écaler*, c'est-à-dire de se détacher du canon quand on vient à le nettoyer Plus la terre est grasse, mieux elle *s'écale*, et plus elle se fend; plus elle est maigre ou sableuse, moins elle se fend, mais moins elle *s'écale*. Il y a des moules de cette terre qui se tiennent si fort attachés au canon, qu'on ne peut, avec le marteau et le ciseau, en emporter que la plus grosse partie; ces sortes de canons restent encore plus vilains que ceux cicatrisés par les fentes innombrables des moules de terre grasse. Ce mélange de terre est donc très-difficile; il demande beaucoup d'attention, d'expérience : et, ce qu'il y a de fâcheux, c'est que les expériences dans ce genre, faites pour les petits calibres, ne concluent rien pour les gros Il n'est jamais difficile de faire écaler de petits canons avec un mélange sableux; mais ce même

Une attention très-nécessaire lorsque l'on coule du canon, c'est d'empêcher les écumes qui surmontent la fonte de tomber avec elle dans le moule. Plus la fonte est légère, et plus elle fait d'écumes; et l'on pourroit juger, à l'inspection même de la coulée, si la fonte est de bonne qualité : car alors sa surface est lisse et ne porte point d'écumes. Mais, dans tous ces cas, il faut avoir soin de comprimer la matière coulante par plusieurs torches de paille placées dans les coulées. Avec cette précaution il ne passe que peu d'écumes dans le moule; et si la fonte étoit dense et compacte, il n'y en auroit point du tout. La bourre de la fonte ne vient ordinairement que de ce qu'elle est trop crue et trop précipitamment fondue. D'ailleurs la matière la plus pesante sort la première du fourneau; la plus légère vient la dernière : la culasse du canon est, par cette raison, toujours d'une meilleure matière que les parties supérieures de la pièce; mais il n'y aura jamais de bourre dans le canon si, d'une part, on arrête les écumes par les torches de paille, et qu'en même temps on lui donne une forte masselotte de matière excédante, dont il est même aussi nécessaire qu'utile qu'il reste encore, après la coulée, trois ou quatre quintaux en fusion dans le creuset : cette fonte qui reste y entretient la chaleur; et, comme elle est encore mêlée d'une assez grande quantité de laitier, elle conserve le fond du fourneau, et empêche la mine fondante de brûler en s'y attachant.

Il me paroît qu'en France on a souvent fondu les canons avec des mines en roche, qui toutes contiennent une plus ou moins grande quantité de soufre; et comme l'on n'est pas dans l'usage de les griller dans nos provinces où le bois est cher, ainsi qu'il se pratique dans les pays du Nord où le bois est commun, je présume que la qualité cassante de la fonte de nos canons de la marine pourroit aussi provenir de ce soufre qu'on n'a pas soin d'enlever à la mine avant de la jeter au fourneau de fusion. Les fonderies de Ruelle en Angoumois, de Saint-Gervais en Dauphiné, et de Baigorry dans la Basse-Navarre, sont les seules dont j'aie connoissance, avec celle de La Nouée en Bretagne, dont j'ai parlé, et où je crois que le travail est cessé : dans toutes quatre, je crois qu'on ne s'est servi et qu'on ne se sert encore que de mines en roche, et je n'ai pas ouï dire qu'on les grillât ailleurs qu'à Saint-Gervais et à Baigorry. J'ai tâché de me procurer des échantillons de chacune de ces mines, et, au défaut d'une assez grande quantité de ces échantillons, tous les renseignemens que j'ai pu obtenir par la voie de quelques amis intelligens. Voici ce que m'a écrit M. de Morogues au sujet des mines qu'on emploie à Ruelle :

« La première est dure, compacte, pesante, faisant feu avec l'acier, de couleur rouge brun, formée par deux couches d'inégale épaisseur, dont l'une est spongieuse, parsemée de trous ou cavités, d'un velouté violet foncé, et quelquefois d'un bleu indigo à sa cassure, ayant des mamelons, teignant en rouge de sanguine; caractères qui peuvent la faire ranger dans la septième classe de l'art des forges, comme une espèce de pierre hématite : mais elle est riche et douce.

« La seconde ressemble assez à la précédente pour la pesanteur, la dureté et la couleur; mais elle est un peu *salardée* (on appelle *salard* ou mine salardée celle qui a des grains de sable clair, et qui est mêlée de sable gris blanc, de caillou et de fer). Elle est riche en métal; employée avec de la mine très-douce, elle se fond très-facilement : son tissu à sa cassure est strié et parsemé quelquefois de cavités d'un brun noir. Elle paroît de la sixième espèce de la mine rougeâtre dans l'art des forges.

« La troisième, qu'on nomme dans le pays *glacieuse*, parce qu'elle a ordinairement quelques-unes de ses faces lisses et douces au toucher, n'est ni fort pesante ni fort riche; elle a communément quelques petits points noirs et luisans, d'un grain semblable au maroquin. Sa couleur est variée; elle a du rouge assez vif, du brun, du jaune, un peu de vert, et quelques cavités. Elle paroît, à cause de ses faces unies et luisantes, avoir quelque rapport à la mine spéculaire de la huitième espèce.

« La quatrième, qui fournit d'excellent fer, mais en petite quantité, est légère, spongieuse, assez tendre, d'une couleur brune presque noire, ayant quelques mamelons, et sablonneuse : elle paroît être une sorte de mine limoneuse de la onzième espèce.

« La cinquième est une mine salardée, faisant beaucoup de feu avec l'acier, dure, compacte, pesante, parsemée à la cassure de petits points brillans, qui ne sont que du sable de couleur de lie de vin. Cette mine

mélange ne peut plus être employé dès que les calibres passent celui de douze; pour ceux de trente-six surtout, il est très-difficile d'attraper le point du mélange.

est difficile à fondre : la qualité de son fer passe pour n'être pas mauvaise; mais elle en produit peu. Les ouvriers prétendent qu'il n'y a pas moyen de la fondre seule, et que l'abondance des crasses qui s'en séparent l'agglutine à l'ouvrage du fourneau. Cette mine ne paroît pas avoir de ressemblance bien caractérisée avec celle dont Swedenborg a parlé.

« On emploie encore un grand nombre d'autres espèces de mines; mais elles ne diffèrent des précédentes que par moins de qualité, à l'exception d'une espèce d'ocre martiale, qui peut fournir ici une sixième classe. Cette mine est assez abondante dans les minières : elle est aisée à tirer; on l'enlève comme la terre. Elle est jaune, et quelquefois mêlée de petites grenailles; elle fournit peu de fer : elle est très-douce. On peut la ranger dans la douzième espèce de l'art des forges.

« La gangue de toutes les mines du pays est une terre vitrifiable, rarement argileuse. Toutes ces espèces de mines sont mêlées, et le terrain dont on les tire est presque tout sableux.

« On appelle *schiffre* en Angoumois un caillou assez semblable aux pierres à feu, et qui en donne beaucoup quand on le frappe avec l'acier. Il est d'un jaune clair, fort dur : il tient quelquefois à des matières qui peuvent avoir du fer; mais ce n'est point le schiste.

« La castine est une vraie pierre calcaire assez pure, si l'on en peut juger par l'uniformité de sa cassure et de sa couleur, qui est gris blanc; elle est pesante, assez dure, et prend un poli fort doux au toucher. »

Par ce récit de M. de Morogues, il me semble qu'il n'y a que la sixième espèce qui ne demande pas à être grillée, mais seulement bien lavée avant de la jeter au fourneau.

Au reste, quoique généralement parlant, et comme je l'ai dit, les mines en roche, et qui se trouvent en grandes masses solides, doivent leur origine à l'élément du feu, néanmoins il se trouve aussi plusieurs mines de fer en assez grosses masses, qui se sont formées par le mouvement et l'intermède de l'eau. On distinguera, par l'épreuve de l'aimant, celles qui ont subi l'action du feu, car elles seront toujours magnétiques; au lieu que celles qui ont été produites par la stillation des eaux ne le sont point du tout, et ne le deviendront qu'après avoir été bien grillées et presque liquéfiées. Ces mines en roche, qui ne sont point attirables par l'aimant, ne contiennent pas plus de soufre que nos mines en grains : l'opération de les griller, qui est très-coûteuse, doit dès lors être supprimée, à moins qu'elle ne soit nécessaire pour attendrir ces pierres de fer assez pour qu'on puisse les concasser sous les pilons du bocard.

J'ai tâché de présenter dans ce mémoire tout ce que j'ai cru qui pourroit être utile à l'amélioration des canons de notre marine; je sens en même temps qu'il reste beaucoup de choses à faire, surtout pour se procurer dans chaque fonderie une fonte pure et assez compacte pour avoir une résistance supérieure à toute explosion. Cependant je ne crois point du tout que cela soit impossible, et je pense qu'en purifiant la fonte de fer autant qu'elle peut l'être, on arriveroit au point que la pièce ne feroit que se fendre au lieu d'éclater par une trop forte charge. Si l'on obtenoit une fois ce but, il ne nous resteroit plus rien à craindre ni rien à désirer à cet égard.

FIN DU TOME I.

TABLE

DES ARTICLES CONTENUS DANS LE PREMIER VOLUME.

MATIÈRES GÉNÉRALES.

DISCOURS ACADÉMIQUES.

HISTOIRE NATURELLE.

PREUVES DE LA THÉORIE DE LA TERRE.

HISTOIRE DES MINÉRAUX.

PARTIE EXPÉRIMENTALE.

FIN DE LA TABLE.


Imprimerie Polychrôme
DE
FIRMIN DIDOT FRÈRES
ET GAUCHARD.